

Thesis 420

Rotskador på cykelbanor i Malmö

Konflikten om det urbana utrymmet

Marina Maksimovic

Cecilia Rämmal

Trafik och väg

Institutionen för Teknik och Samhälle

Lunds Tekniska Högskola

Lunds Universitet



Copyright © Marina Maksimovic, Cecilia Rämmal

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5387)/1-113/2026
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2026

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5387)/1-
113/2026

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 420

ISSN 1653-1922

Authors: Marina Maksimovic
Cecilia Rämmal
Title: Rotskador på cykelbanor i Malmö: Konflikten om det urbana utrymmet
English title: Root Damage on Cycle Paths in Malmö: The Conflict for Urban Space
Language: Svenska
Year: 2026
Keywords: Rotskador; Rotinträngning; Cykelbana; Växtbädd; Stadsträd
Citation: Marina Maksimovic & Cecilia Rämmal, Rotskador på cykelbanor i Malmö: Konflikten om det urbana utrymmet. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2026. Thesis 420

Abstract:

Urban sustainability depends on both green infrastructure and safe, accessible cycling networks, yet these systems often come into conflict. Tree roots can disrupt paved cycle paths, causing surface deformation that compromises user comfort and safety while increasing maintenance demands. This thesis examines the drivers of root-related damage in cycle infrastructure, focusing on interactions between tree traits, spatial conditions and construction choices. The study draws on a 2024 municipal inventory of path damage in Malmö, combined with datasets on tree characteristics, planting beds and pavement structures. GIS-based matching, field verification and analysis of technical drawings were used to link individual trees to observed damage, followed by regression and factor analyses to identify influential variables. Findings show that damage risk is primarily associated with species selection, tree size, proximity to paved surfaces and planting bed and pavement design. In contrast, planting age and tree condition play a smaller role. Constrained and impermeable soils tend to exacerbate root intrusion, whereas designs that provide greater rooting volume, such as structural soils, help mitigate damage. The results highlight the need for integrated planning that align tree establishment conditions with infrastructure design to reduce conflicts and support long-term urban sustainability.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 Lund

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Förord

Detta examensarbete markerar slutet på vår utbildning inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har genomförts vid avdelningen Trafik och väg i samarbete med fastighets- och gatukontoret i Malmö stad.

Vi vill rikta vårt varmaste tack till våra handledare Pajtim Sulejmani och Martin Larsson för er kritiska och noggranna granskning. Era värdefulla idéer och synpunkter har varit betydelsefulla för arbetets genomförande. Vi vill även tacka övrig personal på LTH för er vägledning under arbetets gång.

Vidare vill vi tacka Malmö stad för ett gott samarbete och för att ni tillhandahållit material till studien. Ert stöd genom processen har varit mycket uppskattat och vi hoppas att arbetet kan vara till nytta i er verksamhet. Slutligen vill vi rikta ett stort tack till medarbetarna på fastighets- och gatukontoret för ert engagemang och intresse för vårt examensarbete. Era frågor och ert stöd har varit värdefulla genom hela arbetet.

Marina Maksimovic & Cecilia Rämmal
Lund, juni 2026

Sammanfattning

Grönstruktur och välutbyggd cykelinfrastruktur är viktiga delar i utvecklingen av hållbara städer. I stadsmiljö uppstår dock ofta konflikter mellan trädens rotsystem och hårdgjorda ytor, där rotinträngningar i cykelbanor kan orsaka sprickor och ojämnheter som försämrar komforten och trafiksäkerheten, samt ökar underhållskostnaderna för kommuner. Syftet med arbetet är att undersöka förekomsten av rotinträngningar i cykelbanor och analysera sambandet mellan rotskador, trädens egenskaper, cykelbanans konstruktion och växtbäddarnas utformning. Studien baseras på Malmö stads skadeinventering av asfaltbelagda gång- och cykelbanor från 2024.

Metoden baseras främst på skadeinventeringen samt interna data om träd, växtbäddar och konstruktioner. GIS-analyser och egen inventering har utförts för att koppla specifika träd till identifierade rotskador och ritningar och konstruktionslösningar studeras för att jämföra olika typer av överbyggnader och växtbäddar. Materialet analyseras därefter statistiskt genom faktoranalys och regressionsanalyser för att identifiera samband mellan olika parametrar.

Resultaten visar att risken för rotinträngningar i cykelbanor påverkas av flera faktorer, där trädart, stamdiameter, avstånd till cykelbanan samt växtbäddens och överbyggnadens utformning bedöms ha störst betydelse. Parametrar som trädens vitalitet och planteringsår visar däremot svagare samband med förekomsten av rotskador. Täta och mindre genomsläppliga konstruktioner skapar ogynnsamma förhållanden för rötterna, medan växtbäddar med större rottillgänglig volym och användning av skelettjord kan minska risken för skador.

Slutsatsen är att rotinträngningar i cykelbanor påverkas av flera samverkande parametrar kopplade till både trädens egenskaper och den omgivande konstruktionen. Genom förbättrad samordning mellan växtbäddar, dagvattenhantering och överbyggnadskonstruktioner kan framtida rotskador förebyggas samtidigt som stadens gröna och sociala värden stärks.

Summary

Green infrastructure and well-developed cycling infrastructure are important components in sustainable cities. However, conflicts often arise in urban environments between tree root systems and hard-surfaced areas, where root intrusion into cycle paths can cause cracks and uneven surfaces that reduce comfort and traffic safety, as well as increase maintenance costs for municipalities. The purpose of this thesis is to investigate root intrusion in cycle paths and to analyse the relationship between root damage, tree characteristics, cycle path construction and the design of planting beds. The study is based on the damage inventory of asphalt-paved pedestrian and cycle paths from 2024 by Malmö stad.

The method is primarily based on the damage inventory, supplemented by internal data on trees, planting beds and structural constructions. GIS analyses and field visits are used to link specific trees to identified root damage, while construction drawings are studied to compare different pavement structures and planting bed designs. The material is then analysed statistically using factor analysis and regression analysis to identify relationships between key parameters.

The results show that the risk of root intrusion in cycle paths is influenced by several factors, with tree species, trunk diameter, distance to the cycle path along with the design of planting beds and pavement structure being the most significant. Parameters such as tree vitality and planting year show weaker correlations with root damage. Dense and less permeable constructions create unfavorable conditions for roots whereas planting beds with greater root-accessible volume and the use of structural soil can reduce the risk of damage.

The conclusion is that root intrusion in cycle paths is influenced by several interacting parameters related both to tree characteristics and the surrounding construction. By improving coordination between planting beds, stormwater management and pavement structures, future root damage can be prevented while enhancing the city's green and social values.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Metodik	2
1.4	Avgränsningar	3
2	Litteraturstudie	4
2.1	Cykeln i staden	4
2.1.1	Cykelns samhällsnytta	4
2.1.2	Cykelbanans betydelse	4
2.1.3	Egenskaper för gång- och cykelbanor	5
2.1.4	Uppbyggnad av cykelbanor	6
2.1.5	Kornstorleksfördelning	7
2.1.6	Skillnader mellan körbana och gång- och cykelbana	8
2.1.7	Multifunktionella ytor	8
2.1.8	Dränerande överbyggnader	9
2.2	Träd i staden	10
2.2.1	Trädens betydelse	10
2.2.2	Trädens struktur	11
2.2.3	Levnadsmiljö för träd	13
2.2.4	Växtbädd och skelettjord	15
2.2.5	Förutsättningar för plantering av träd i stadsmiljö	17
2.3	Konstruktioner i Malmö stad	17
2.3.1	Malmö som cykelstad	17
2.3.2	Tidigare standarder i Malmö	19
2.3.3	Malmö stads standard 2023	22
2.3.4	Skillnader mellan kommuner i Sverige	26
2.4	Rotinträngningar	27
2.4.1	Rotskador i asfalt	28
2.4.2	Konsekvenser av rotinträngningar	29
2.4.3	Tidigare studier	29

2.4.4	Åtgärder och kostnader	31
2.5	Studiens parametrar	35
3	Metod	36
3.1	Datainsamling	36
3.1.1	Skadeinventering i Malmö stad	36
3.1.2	Träddata	36
3.1.3	GIS-analys	37
3.1.4	Ritningsarkiv	37
3.1.5	Egen inventering	37
3.1.6	Borrprov	38
3.2	Analys	39
3.2.1	Parametrar som analyseras	39
3.2.2	Statistisk analys	40
3.2.3	Konstruktion	40
4	Resultat	42
4.1	Valda platser för analys	42
4.2	Resultat av analys	44
4.2.1	Parametrar från inventeringen	44
4.3	Statistiskt resultat	53
4.3.1	Faktoranalys	53
4.3.2	Regressionsanalys	54
4.4	Konstruktion	55
4.4.1	Skelettjord	55
4.4.2	Sammanställning av utvalda cykelbanor	56
5	Diskussion	69
5.1	Resultatdiskussion	69
5.1.1	Parametrar från inventeringen	69
5.1.2	Statistisk analys	73
5.1.3	Konstruktion	74
5.1.4	Samband mellan parametrar	80
5.1.5	Jämförelse mellan kommuner	81
5.2	Metoddiskussion	82
6	Slutsatser	84

6.1	Rekommendationer till framtida studier	85
7	Referenser	86
	Bilaga 1 – Typritning A3-TYP 102A	90
	Bilaga 2 – Inventeringsdata	91
	Bilaga 3 – Klassificering av trädarter	101

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Träd i urbana miljöer spelar en viktig roll för både klimatet och människors livskvalitet. De bidrar bland annat till förbättrad luftkvalitet, bullerdämpning och estetiska värden i stadsmiljön (Trafikverket, 2022). Samtidigt uppstår ofta en konflikt mellan den urbana miljön och den naturliga växtligheten. Stadens täta struktur ställer höga krav på markanvändning, där trafik, infrastruktur, grönområden och säkerhet måste samsas på begränsade ytor (Randrup, et al., 2001). En utmaning inom stadsplanering är därför att skapa en balans där dessa funktioner kan samexistera.

Strävan efter en sådan balans medför dock ofta praktiska problem. Ett återkommande problem i stadsmiljöer är trädens rotsystem, särskilt i anslutning till gång- och cykelbanor som anläggs nära eller genom parker och grönområden. När trädens rötter växer in i konstruktionen kan sprickor och ojämnheter uppstå i beläggningen. Detta leder till ökade underhållsbehov och kan även försämra trafiksäkerheten. För cyklister innebär ojämna ytor en tydlig försämring av framkomligheten samt en ökad olycksrisk. Dessa ojämnheter kan uppstå till följd av rotinträngningar (Niska, 2006).

Till följd av dessa problem har många kommuner blivit mer restriktiva vid trädplantering och väljer i större utsträckning trädarter som inte anses vara rotaggressiva (Niska, 2006). Samtidigt är välutbyggda och trafiksäkra cykelbanor en viktig förutsättning för att fler ska välja cykeln som transportmedel. Forskning visar att förbättrad tillgänglighet och kvalitet på cykelinfrastrukturen leder till ökat cyklande, vilket i sin tur bidrar till minskad miljöpåverkan genom lägre utsläpp av fossila bränslen. Ökat cyklande har även positiva effekter på folkhälsan genom daglig fysisk aktivitet och resulterar därmed i samhällsekonomiska vinster (Schantz, 2010).

God stadsplanering, där grönsstruktur och hållbara transportlösningar integreras, är därför av stor betydelse för att främja människors hälsa och ett långsiktigt hållbart samhälle. Trots detta utgör rotinträngningar ett omfattande problem på cykelbanor i Sverige. Rotskador står för nästan en fjärdedel av samtliga skador på landets cykelbanor och är ett betydande problem i Malmö (SKL, 2016). De bakomliggande orsakerna och förutsättningarna för att skadorna uppstår är däremot inte fullt klarlagda. Mot denna bakgrund finns ett behov av att vidare studera sambandet mellan träd och skador på cykelbanor, i syfte att identifiera faktorer som kan minska risken för denna typ av skador i framtiden.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att undersöka förekomsten av rotinträngningar i cykelbanor. Genom att analysera sambandet mellan rotskador, trädens egenskaper samt utformningen av cykelbanor och växtbäddar avser studien att identifiera faktorer som kan bidra till att förebygga rotrelaterade skador i framtida stadsplanering.

Målet är att resultaten ska kunna stödja framtida arbete med projektering samt drift och underhåll av cykelbanor. Detta uppnås genom att följande frågeställningar besvaras:

- Vilka egenskaper hos träd bidrar till uppkomsten av rotskador?
- Hur påverkar cykelbanans uppbyggnad risken för att rotskador uppstår?
- På vilket sätt har växtbäddens utformning betydelse för att förebygga rotskador?

1.3 Metodik

Frågeställningarna besvarades genom en kombination av litteraturstudie med datainsamling och analysmetoder. Med litteraturstudien togs tillgänglig information om träd, uppbyggnad av konstruktioner och rotskador fram. Genom GIS-analyser samlades data in avseende både rotskada och träd. En egen inventering genomfördes även för att säkerställa vilket träd som tillhörde respektive rotskada. För jämförelse av olika uppbyggnader hämtades ritningar för konstruktionerna från ritarkivet. Slutligen analyserades materialet statistiskt för att identifiera samband mellan parametrarna.

Som förberedelse inför undersökningen genomfördes en litteraturstudie. Syftet var att skapa en bättre förståelse för träd och vägkonstruktionen, vilket uppnåddes genom fyra huvudsakliga fokus. Det första innefattade att bredda kunskapen om cykelbanor och deras uppbyggnad, såväl som växtbädden och dess konstruktion. Den andra delen beskrev träd i staden. Här undersöktes varför träd behövs, hur träd är uppbyggda och vilka utmaningar de har i staden. Tredje avsnittet behandlade de tidigare och nya standarder för Malmö stads uppbyggnad och utformning av cykelbanor och växtbäddar. Fjärde fokuset omfattade hur rotskador uppstår, varför de är ett problem samt hur skadorna kan åtgärdas. Tillvägagångssättet var att söka efter relevanta artiklar och rapporter i Lunds universitets egen databas Finn, som gav tillgång till andra akademiska databaser såsom Science Direct. Vid insamlingen av information kring träd och utformning användes främst svenska källor eftersom arbetet är relevant utifrån ett svenskt klimat och standard. Vid litteratursökning om rotinträngningar användes internationella och svenska studier för att skapa förståelse kring varför rotinträngningar uppstår. För information om uppbyggnaden av cykelbanor och växtbäddar användes Malmö stads interna standarder, AMA-mallar och typritningar.

1.4 Avgränsningar

En central avgränsning är att analysen uteslutande baseras på indata från Malmö stads skadeinventering av de asfaltbelagda gång- och cykelbanor samt kommunens interna data avseende träd, cykelbanor och växtbäddar. Skadeinventeringen som genomfördes år 2024 utgör det enda underlaget i studien. Vidare avgränsas arbetet till cykelbanor, vilket innebär att andra typer av trafikytor, som gång- och körbanor, samt annan infrastruktur som VA-ledningar, inte ingår i analysen. I praktiken består vissa av de analyserade cykelbanorna av kombinerade gång- och cykelbanor, vilket innebär att studien i viss utsträckning även inkluderar dessa gemensamma trafikytor.

Ytterligare avgränsningar görs angående vilka rotskador som inkluderas i studien. Endast skador orsakade av träd som förvaltas av fastighets- och gatukontoret hos Malmö stad beaktas. Detta motiveras av att relevant data om träden inte är tillgänglig för träd utanför denna förvaltning. Skador orsakade av andra träd, buskar eller annan vegetation kommer därmed inte att inkluderas. Den data som tillhandahålls av förvaltningen, som bland annat vitalitet och ålder, avgränsas till den information som är registrerad i det interna systemet fram till början av våren 2026.

Studien omfattar inte utveckling eller testning av nya lösningar för att förebygga rotinträngningar i cykelbanor, utan fokuserar på att studera möjliga anledningar till att rotinträngningar uppstår. Några samhällsekonomiska perspektiv behandlas inte heller.

2 Litteraturstudie

Litteraturstudien syftar till att skapa en ökad förståelse för cykelinfrastruktur och träd i den urbana miljön samt hur samspelet mellan dem kan ge upphov till olika konsekvenser.

2.1 Cykeln i staden

Cykelbanor utgör en viktig del av infrastrukturen i ett hållbart transportsystem, vilket ställer krav på planeringen för att möta cyklisternas behov. Detta avsnitt behandlar betydelsen av cyklandet samt cykelbanors funktion och utformning.

2.1.1 Cykelns samhällsnytta

I utvecklingen av ett hållbart, hälsosamt och attraktivt samhälle har cyklandet en central roll. Behovet av att främja folkhälsan är stort. En betydande andel av den vuxna befolkningen har svårt att nå rekommenderade nivåer av fysisk aktivitet i dagsläget, vilket ofta skylls på tidsbrist. Vardagsresor till fots och med cykel blir därför en effektiv lösning för att integrera fysisk aktivitet. Stor potential för detta finns eftersom ungefär en tredjedel av alla bilresor i Sverige är kortare än fem kilometer. Genom att ersätta dessa med aktiva transporter kan både den fysiska och psykiska hälsan gynnas (Trafikverket, 2022).

Utöver folkhälsan finns starka miljöskäl för att främja cykling. Transportsektorn står för en tredjedel av Sveriges totala koldioxidutsläpp och även om utsläppen minskar sker detta i för långsam takt. För att nå nationella klimatmål krävs en mer transporteffektiv samhällsplanering där en större andel resor sker med gång- och cykeltrafik. Dessa transportsätt är dessutom yteffektiva och bidrar till minskad trängsel, bättre luftkvalitet och lägre trafikbuller i stadsmiljöer (Trafikverket, 2022).

2.1.2 Cykelbanans betydelse

Städer med hög andel gång- och cykeltrafik upplevs ofta som mer levande och trygga. När fler människor rör sig i det offentliga rummet skapas förutsättningar för sociala interaktioner och den upplevda säkerheten ökar. Det ställer dock krav på att cykelinfrastrukturen är trafiksäker och tillgänglig för alla åldersgrupper. Trafiksäkra miljöer är en förutsättning för att fler ska vilja cykla samt för att barn ska kunna ta sig fram självständigt. En stor andel av de allvarliga skadorna som drabbar cyklister sker i singelolyckor, vilket tydligt kopplar säkerheten till utformning, drift och underhåll av cykelbanor (Trafikverket, 2022).

Cyklisten är särskilt känslig för brister i infrastrukturen. Framkomligheten påverkas starkt av omvägar, nivåskillnader och onödiga stopp. Cykeln är dessutom instabil vid låga hastigheter och har begränsad stötdämpning, vilket innebär att ojämnheter i underlaget får stor betydelse för både komfort och säkerhet. Samtidigt behöver cyklisten balansera, undvika ojämnheter i underlaget och hantera trafiksituationen, vilket ställer höga krav på ett jämnt och väl underhållet cykelutrymme (Trafikverket, 2022; Larsson, 2025).

Mot denna bakgrund är cykelbanans uppbyggnad och ytmaterial avgörande. Beläggningen ska vara jämn, ha tillräcklig friktion och vara anpassad för användning året runt. Asfalt är ofta det mest lämpliga materialet eftersom det uppfyller kraven på komfort, säkerhet och framkomlighet. I vissa miljöer kan andra material övervägas av estetiska skäl, men dessa ska inte försämra cyklisternas säkerhet eller bekvämlighet (Trafikverket, 2022; Niska, 2006). Cyklisten väljer den bästa ytan och valet av ytmaterial är därmed ett viktigt styrmedel för att leda cykeltrafiken till avsedda stråk (Trafikverket, 2022). Det är även viktigt att framhålla att komforten i hög grad försämras av rotinträngningar.

Uppbyggnaden av cykelbanor är viktig att studera eftersom andelen cykelbanor successivt ökar i många svenska kommuner. Detta kan illustreras genom utvecklingen i Malmö. År 2024 bestod Malmö av 540 km cykelbana, vilket motsvarar cirka en tredjedel av alla vägar i kommunen. Sedan 2011 har fler cykelbanor än körbanor byggts, men detta beror inte på att takten att bygga cykelbanor har ökat utan snarare att det byggs färre körbanor (Malmö stad, 2025a). Politikerna i Malmö stad har visionen att andelen cykelresor i Malmö ska öka från 25 % till 30 % fram till 2030 för att göra Malmö till en ännu mer attraktiv cykelstad. Genom att cyklister känner sig prioriterade samt trygga och säkra på cykelbanorna ska detta uppnås. En cyklist ska ha god tillgänglighet till stadens funktioner. Det ska även finnas tillgång till cykelparkering, service och möjlighet att lära sig cykla (Malmö stad, 2025b).

2.1.3 Egenskaper för gång- och cykelbanor

En gång- och cykelbana bör ha specifika egenskaper i beläggningen för att säkerställa god funktion, lång livslängd och hög komfort för användarna. Därför läggs stor vikt vid hög flexibilitet och åldringsresistivitet. Detta beror på att gång- och cykelbanorna ofta har tunnare asfaltlager och obundna lager än en mer belastad körbana. Beläggningen har även mer begränsad bärighet och vattenavrinning. Samtidigt utsätts beläggningen normalt inte för tung trafik eller dubbslitage, vilket innebär att den tekniska livslängden i hög grad styrs av hur väl vägen motstår åldrande snarare än mekaniskt slitage (Wågberg, 2013).

För beläggningar är flexibilitet en av de viktigaste funktionsegenskaperna. Den beskriver beläggningens förmåga att motstå upprepade nedböjningar och temperaturrelaterade rörelser utan att spricka eller brytas ner. Flexibilitet är särskilt viktigt i kalla klimat och på tjälkänsliga undergrundsmaterial. Ett relativt mjukt och elastiskt bindemedel ger beläggningen bättre förmåga att ta upp rörelser och bidrar även till viss självläkning av mindre sprickor (Wågberg, 2013; Trafikverket, 2022).

Eftersom gång- och cykelbanor normalt är lågtrafikerade är åldringsresistens en prioriterad egenskap. En beläggning med god åldringsresistens behåller sina egenskaper över lång tid trots påverkan av klimatet. För att uppnå detta bör beläggningen vara tät, homogen, välpackad, rik på bindemedel och ha relativt liten största stenstorlek, vanligtvis 8–11 mm eller mindre (Wågberg, 2013; Trafikverket, 2022).

Ur ett användar- och driftsperspektiv är jämnhet en central egenskap. För cyklister och gångtrafikanter bidrar en jämn yta till ökad komfort och trafiksäkerhet, medan den för väghållaren underlättar effektiv snöröjning och minskar risken för mekaniska skador. I och med att beläggningen på gång- och cykelbanor ofta är tunn är den särskilt känslig för ojämnheter som orsakas av brister i underbyggnaden (Wågberg, 2013; Trafikverket, 2022).

Beläggningens förmåga att motstå vatten är avgörande för dess beständighet. Vatten som tränger in i beläggningen kan försämra bindningen mellan bindemedel och stenmaterial, vilket leder till nedbrytning. Därför är hög täthet och tillräcklig bindemedelshalt viktiga faktorer. Bindemedels viskositet är också betydande, ett mer trögflytande bindemedel ger bättre skydd mot vatteninträngning (Wågberg, 2013).

Vidare bör vägbansans textur ligga på en medelnivå för att ge tillräcklig friktion utan att försämra komforten för cyklister. En balanserad skrovlighet bidrar till god framkomlighet i både torra och våta förhållanden och minskar risken för halkolyckor (Wågberg, 2013).

En välfungerande cykelbana kräver således en beläggning som är flexibel, åldringsbeständig, jämn och vattentät, med en ytstruktur som ger god komfort och säkerhet. Genom att prioritera dessa egenskaper kan en lång livslängd uppnås samtidigt som användarnas trafiksäkerhet och komfort kan säkerställas.

2.1.4 Uppbyggnad av cykelbanor

Cykelbanor är konstruerade för att klara belastningar från cykeltrafik samt tillfällig trafik från drift- och underhållsfordon. Det innebär att konstruktionen normalt kan utformas med tunnare lager och lägre bärighetskrav än körbanor. Samtidigt ska överbyggnaden ge en jämn och säker yta, motstå klimatpåverkan och avleda vatten från konstruktionen (Wiman & Tholén, u.å).

Liksom andra vägkonstruktioner består cykelbanor av en överbyggnad och en underbyggnad. Överbyggnadens funktion är att fördela belastningar till undergrunden utan att oacceptabla deformationer uppstår. Konstruktionen ska även säkerställa tillräcklig dränering och långsiktig beständighet. Materialval och lagertjocklekar anpassas efter markförhållanden, klimat och förväntad belastning (Wiman & Tholén, u.å).

Det översta lagret utgörs vanligtvis av ett slitlager av asfaltbetong (Agardh & Parhamifar, 2021). Slitlagret ger den yta som cyklister färdas på och har därför stor betydelse för komfort, trafiksäkerhet och framkomlighet (Asfaltboken, u.å.; Vägverket, 2003). Under slitlagret finns normalt ett bundet och ett obundet bärlager av krossat stenmaterial som bidrar till konstruktionens stabilitet och fördelar belastningar vidare ned i konstruktionen (Agardh & Parhamifar, 2021).

Under bärlagret anläggs ofta ett förstärkningslager av grövre stenmaterial. Lagret fungerar både som lastfördelande och dränerande skikt samt skapar ett stabilt underlag för överbyggnaden (Agardh & Parhamifar, 2021; Wiman & Tholén, u.å.). På svaga eller tjälfarliga undergrunder kan även ett skyddslager användas för att förhindra materialuppblandning och minska risken för tjälrelaterade skador (Wiman & Tholén, u.å.).

2.1.5 Kornstorleksfördelning

Bärighet och porositet i överbyggnaden påverkas av stenmaterialets kornstorleksfördelning. Generellt möjliggör mindre kornstorlekar att materialet kan packas tätare, vilket resulterar i högre bärighet. Samtidigt minskar porositeten, vilket begränsar materialets genomsläpplighet för vatten och luft (Hellman, 2017).

De mest använda och kostnadseffektiva materialen utgörs ofta av finare fraktioner, som exempelvis 0/32. Många vägkonstruktioner är dimensionerade utifrån dessa kornstorlekar, både ur ett funktionellt och ekonomiskt perspektiv. Dessa används främst i icke dränerande konstruktioner. Ett portryck kan dock uppstå om vatten tränger sig in i konstruktionen. Den låga porositeten i täta material innebär även begränsad luftcirkulation i marken. Detta kan leda till att porerna fylls och att gasutbytet hämmas, vilket i sin tur kan orsaka ansamling av gaser (Thynell, et al., 2020). För växtlighet kan detta skapa ogynnsamma förhållanden för rotzonen.

Genom att utesluta nollfraktionen i ensgraderade material optimeras förhållandena för vegetation eftersom porvolymen och till följd av det materialets genomsläpplighet för luft och vatten ökar. Dock sker detta på bekostnad av den bärande förmågan genom att kontaktytan mellan stenpartiklarna minskar. Detta kan leda till sättningar i konstruktionen när belastningen från trafiken ökar, vilket i sin tur kan orsaka stabilitetsproblem och ökad spårdjupsutveckling (Hellman, 2017; Murén & Didriksson, 2019).

2.1.6 Skillnader mellan körbana och gång- och cykelbana

Körbanor dimensioneras för högre belastningar än gång- och cykelbanor och utformas därför med större bärighet, styvhet och deformationstålighet (Wiman & Tholén, u.å.). Detta uppnås genom ett tjockt bundet bärlager med låg hålrums halt och ett väl packat obundet bärlager med hög densitet. Konstruktionen får därmed låg porvolym, begränsad vattenpermeabilitet och låg syretillgång, vilket sammantaget skapar en tekniskt stabil men biologiskt ogynnsam miljö. Gång- och cykelbanor har däremot ofta tunnare och mer porösa konstruktioner, vilket generellt ger bättre förutsättningar för luft- och vattenrörelser i marken (Wågberg, 2013).

2.1.7 Multifunktionella ytor

I täta stadsmiljöer är utrymmet begränsat och flera funktioner behöver samsas på samma yta. Trafik, vegetation, dagvattenhantering, infrastruktur och sociala värden konkurrerar om platsen i den befintliga stadsstrukturen. För att skapa hållbara och långsiktigt fungerande stadsmiljöer krävs lösningar som integrerar flera funktioner, även benämnda multifunktionella ytor (Boverket, 2010).

Överbyggnader med multifunktionella egenskaper har anlagts i Sverige sedan 1990-talet. Dessa konstruktioner har utformats med syftet att uppfylla fler funktioner än enbart transport av personer och gods. I tät stadsbebyggelse kombineras bärigheten för trafik med ekosystemtjänster som dagvattenhantering och växtetablering. En vanlig metod för att möjliggöra detta är användning av skelettjord i överbyggnaden (Sulejmani, 2025a). Mer information om skelettjord ges i avsnitt 2.2.4 *Växtbädd och skelettjord*.

Skelettjorden ger tillräcklig bärighet för trafik samtidigt som den skapar sammanhängande rotutrymme med god luft- och vattentillgång för träd. Följaktligen kan träd etableras och utvecklas även i hårdgjorda stadsmiljöer utan att kompromissa med konstruktionens stabilitet. För träd innebär detta ökat rotutrymme under hårdgjorda ytor som körbanor, samtidigt som överbyggnaden bidrar till fördröjning och infiltration av dagvatten. På så sätt minskas belastningen på stadens VA-ledningar och risken för översvämningar vid kraftiga regn (Sulejmani, 2025a).

Gemensamt för multifunktionella ytor är att de obundna materialen i överbyggnaden saknar nollfraktioner. Detta skapar hög porositet och god vattenledande förmåga. Systemen benämns ofta som Blå-Grå-Gröna system (BGG-system), där den blå funktionen avser vattenhantering, den gröna vegetation och den grå trafikens bärighet och konstruktionens hållfasthet (Sulejmani, 2025a).

Klimatförändringarna, med ökande temperaturer och mer intensiv nederbörd, förstärker behovet av lösningar av detta slag. Eftersom det inte är möjligt att ersätta eller omlokalisera hela den befintliga bebyggelsen måste anpassningen i stor utsträckning ske inom ramen för den struktur som redan finns. Stadens mellanrum samt dess gröna och blå strukturer får därmed en allt viktigare roll i arbetet med klimatanpassning. Multifunktionella ytor kan bidra till att reglera temperatur, förbättra luftkvalitet och hantera ökade vattenflöden, samtidigt som de skapar sociala och ekologiska mervärden (Boverket, 2010).

Utöver de tekniska och hydrologiska funktionerna bidrar den gröna strukturen till upplevelsevärden i stadsmiljön. Variationen mellan öppna och slutna områden, sol och skugga, alléer och säsongsföränderlig vegetation gör att cykelresan upplevs som mer än enbart en transport. Sträckan kan upplevas som kortare och mer rekreativ, samtidigt som träd och buskar ger visst skydd mot regn och vind (Trafikverket, 2022).

2.1.8 Dränerande överbyggnader

Mot bakgrund av klimatförändringarna och de ökade nederbördsmängder som förväntas, ställs högre krav på hur dagvatten hanteras i urbana miljöer. Särskilt i tätbebyggda områden, där andelen hårdgjorda ytor är stor och markens infiltrationsförmåga begränsad, blir det nödvändigt att kombinera effektiva ledningssystem med lösningar som möjliggör lokal fördröjning och infiltration av vatten. I detta sammanhang har dränerande överbyggnadskonstruktioner utvecklats för att inte enbart uppfylla traditionella krav på bärighet och hållbarhet, utan även bidra till dagvattenhantering genom att fördröja, infiltrera och i viss mån rena vattnet (Lundahl, 2024; Svensk Markbetong, 2019). Dessa konstruktioner har dessutom förmågan att integrera växtlighet i den hårda miljön. Vattnet kan förhindra rötterna från att söka sig till mindre lämpliga områden, som bland annat cykelbanan (Stockholm Vatten och Avfall, 2025).

De dränerande överbyggnaderna delas in i tre huvudsakliga system. System I utgörs av dränerande och obundna konstruktioner, där vatten infiltrerar genom ytan och vidare ned i överbyggnaden, med möjlighet till infiltration i undergrunden beroende på utformning. System II består av dränerande bitumenbundna konstruktioner som, likt System I, tillåter infiltration genom beläggningen men med andra materialegenskaper och strukturell uppbyggnad. Båda dessa system kan utformas för full, partiell och ingen infiltration till terrassen, beroende på lokala markförhållanden och krav på dagvattenhantering. System III skiljer sig från de övriga genom att bestå av en tät markstensbeläggning där dagvatten i stället leds ned i konstruktionen via brunnar eller sidointag. På grund av risken för ojämn vattenfördelning och koncentration av flöden rekommenderas inte infiltration till undergrunden i detta system. Detta riskerar även att försämra reningsförmågan, i och med att föroreningar tenderar att ansamlas lokalt kring inloppspunkterna (Svensk Markbetong, 2019).

Valet av system innebär en avvägning mellan hydraulisk funktion och konstruktionens bärighet. Förekomst av vatten i överbyggnaden kan medföra en tydlig försämring av bärigheten, vilket understryker vikten av att undvika stående vatten under längre perioder. En väl avvägd utformning av överbyggnadssystemet är därför avgörande för att både hantera ökade dagvattenflöden och säkerställa långsiktig funktion och hållbarhet i den byggda miljön (Hellman, 2017). Mer om dränerande asfalt och hur det är en möjlig åtgärd mot rotinträngningar i avsnitt 2.4.4.3 *Genomsläpplig beläggning*.

2.2 Träd i staden

Träd i stadsmiljö bidrar till förbättrat lokalklimat och ökad livskvalitet för både människor och djur (Zetterlund, 2019; Trädkontoret, 2025; Atkins, 2018). Samtidigt innebär stadsmiljö ofta utmaningar för trädens etablering, eftersom tillgång till vatten och näring kan vara begränsad. Trädets rotsystem är dessutom komplext och varierar i urbana miljöer jämfört med i naturmark (Embrén, et al., 2009). Detta kapitel behandlar både de positiva effekterna av träd i staden och de utmaningar som kommuner möter för att säkerställa god tillväxt. Avslutningsvis beskrivs även trädets uppbyggnad.

2.2.1 Trädens betydelse

I städer bidrar träd med funktioner som påverkar både människors hälsa och stadens klimat. Träd används bland annat som en god stadsplaneringslösning för dagvattenhantering genom att de reducerar mängden kväve och andra föroreningar i dagvatten (Luke, et al., 2011). Utöver detta bidrar träd till att förbättra luftkvaliteten genom att reducera buller, binda luftföroreningar och lagra kol. Detta är särskilt betydelsefullt i stadsmiljöer där trafik genererar höga nivåer av både utsläpp och buller, vilket kan medföra negativa hälsoeffekter (Mullaney, et al., 2015). För djurlivet inne i staden fungerar träd som skydd, en möjlig parningsplats och en källa till föda av frön, nötter och bär (Atkins, 2018). Sammantaget är träd centralt för hållbar stadsutveckling, både när det gäller vattenhantering och hälsa.

En hög krontäckning i städer har både positiva och negativa effekter (Zetterlund, 2019). Trädens kronor skapar skugga som hjälper till att reglera ytttemperaturen på cykelbanor (Žižlavská, et al., 2021). Detta är särskilt gynnsamt under varma sommardagar då det sänker ytttemperaturen, vilket bidrar till minskat energibehov i staden. Samtidigt kan skugga även minska den termiska komforten under vinterperioder genom att ytttemperaturen blir lägre under träden. Träd påverkar även vindförhållanden genom att reducera vindhastigheten i stadsmiljöer. Detta kan ha en dubbel effekt: under kalla perioder kan minskad vind ge en förbättrad termisk komfort, medan reducerad luftcirkulation under varma perioder i vissa fall kan bidra till att värme stannar kvar i gaturummet (Zetterlund, 2019). Trädens kronor påverkar både temperatur och vind, vilket har stor betydelse för det upplevda lokalklimatet.

Trots de positiva effekterna kan träd också medföra utmaningar i stadsmiljö. Konflikter mellan trädens rotsystem och närliggande infrastruktur kan uppstå. Rötter kan tränga in i exempelvis VA-ledningar och orsaka stopp eller skador, vilket leder till höga reparationskostnader. De kan även påverka cykelbanor och andra hårdgjorda ytor genom deformation, vilket försämrar framkomlighet och komfort (Mullaney, et al., 2015; Östberg, et al., 2010). Träd och annan vegetation kan dessutom påverka siktförhållande längs vägar, vilket kan kräva extra kostnader för att röja regelbundet och påverka trygghetskänslan hos fotgängare och cyklister (Niska, 2006). Samtidigt som skymd sikt kan skapa en otrygg känsla, har studier visat på att grönska kan bidra till minskad brottslighet. Ett område med träd och öppna gräsytor motverkar brott för att det bidrar till att fler personer vill vistas i området. I sin tur leder detta till att brottslingar känner sig övervakade (Kuo & Sullivan, 2001).

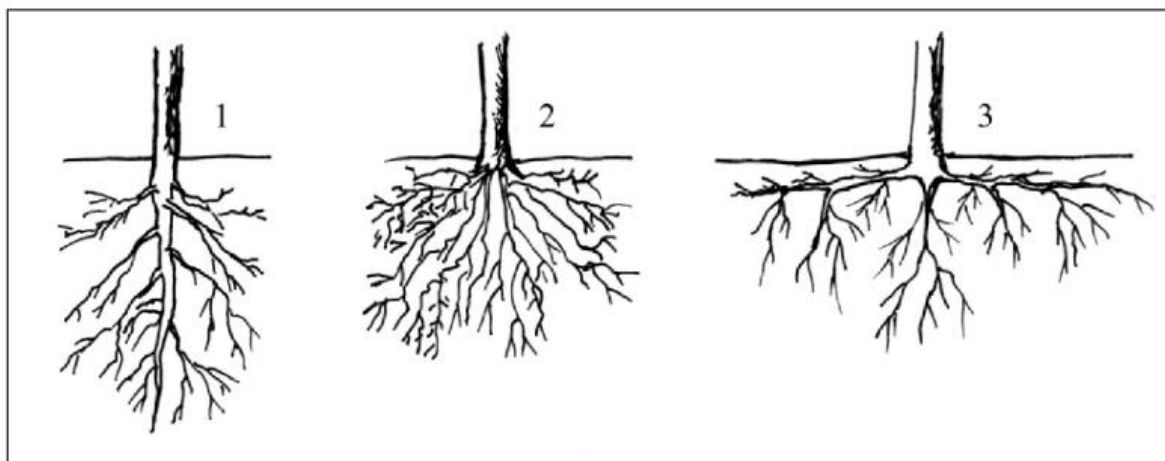
I Malmö stad pågår ett aktivt arbete för att öka mängden träd i staden, med målet att skapa en mer attraktiv och hälsosam miljö för invånarna. Detta sker genom att använda sig av modellen 3+30+300, som syftar till att alla ska ha möjlighet att se minst tre träd från sin bostad, skola och arbetsplats, samt att 30 procent av stadskärnan ska vara täckt av trädkronor. Dessutom ska alla ha maximalt 300 m till närmaste grönområde (Malmö stad, 2026b). Genom att implementera denna modell vill Malmö stad lyfta fram och synliggöra grönskan i staden, eftersom studier har visat att synlig grönska har en positiv inverkan på hälsan och återhämtningen. Särskilt viktigt är det för personer som inte kan komma hemifrån eller som ligger på sjukhus, där grönskan kan ses inifrån genom fönstren och bidra till ett bättre välbefinnande. Det är också viktigt att notera att ett stort, fullvuxet träd har en större gynnsam effekt på fysiskt och mentalt välbefinnande än flera små träd (Trädkontoret, 2025). Därför är det viktigt att Malmö stad fokuserar på att plantera och vårda stora träd, för att maximera den positiva effekten på invånarnas hälsa och välmående. Målet med 3+30+300-modellen är att skapa en stad där invånarna vill leva och arbeta, och där de kan främja sin hälsa och sitt välbefinnande. Genom att öka mängden träd och grönska i staden, är Malmö stads ambition att skapa en mer attraktiv och hälsosam miljö, som gynnar invånarnas välbefinnande och bidrar till en bättre livskvalitet (Malmö stad, 2026b).

2.2.2 Trädens struktur

Trädens rotsystem anpassas efter omgivande förhållanden. Om trädet är planterat i en rottillgänglig volym är en tumregel att rotvolymen blir lika stor som kronvolymen. Trädrötterna sträcker sig därmed från stammens mitt ut till kronans dropplinje, det yttre grenverket i kronan (Embrén, et al., 2009; Tranås kommun, 2022). Trädrötterna etablerar sig i markens översta lager, ca 40–80 cm, och på djupet kommer de inte mer än 2,5 m ner (Östberg, 2007). Av den anledningen har ett traditionellt tankesätt kring trädens rotsystem varit att det inte sträcker sig längre bort än vad kronan når. I urban växtmiljö stämmer detta dock inte. Träden växer för att nå de mest optimala växtförutsättningarna, vilket gör att rötter i stadsmiljö både kan växa djupare och grundare än träd i en obegränsad miljö (Embrén, et al., 2009).

För att säkerställa tillgången till vatten och näring kan trädet utveckla piplinerötter, vilket är grova rötter som ansvarar för huvudförsörjningen (Stockholms stad, 2018). En studie av Svenskt Vatten Utveckling visar på att trädrötter vanligtvis går att finna på 3 till 7 m avstånd från trädet (Östberg, et al., 2010). Detta tyder på att träd som växer i stadsmiljö, till skillnad från obegränsade träd, har ett mer komplext rotsystem som söker sig till den mest optimala miljön för att överleva.

Rötterna är en viktig del av trädet och har som syfte att samla vatten och näring samt bidra till att stabilisera trädet. Trädet stabiliseras genom att större rötter växer och förankras i marken (Östberg, 2007; Andreasson & Fransson, 2017). Insamling av vatten och näring sker genom rothåren, ett encelligt utskott på rotändarna. Rötter växer in i makroporer, exempelvis sprickor, för att finna vatten och syre. Om det inte finns ett porsystem i marken finns inget utrymme för rötterna att växa fram. För att ett träd ska utvecklas optimalt behöver rötterna 12 % syre. Förr antogs det att det fanns tre typer av rotsystem: pålrot, hjärtrot och sänkrot (Östberg, 2007), se Figur 1. (1) Pålrotsystem har en rot som växer lodrätt ner från stammen där mindre rötter växer ut från roten. (2) Hjärtrotsystemet har i stället ett kompakt rotsystem som håller sig tätt till trädet och ytan. (3) Sänkrotsystem har flera horisontella rötter som har lodräta sänken (Östberg, et al., 2010). Ny forskning visar dock att det snarare är omgivningen än genetiken som styr vilken sorts rotsystem ett träd erhåller. Trädets sökande efter näring och vatten bidrar till att rötterna utformas efter omgivningen för att tillgodose behovet (Östberg, 2007). Detta innebär att vilket slags rotsystem ett träd vanligtvis utvecklar inte har betydelse i de fall där ett träd planteras i en icke optimal miljö, eftersom rötterna anpassar sig för att kunna hitta vatten och näring.



Figur 1: Skiss på de olika rotsystemen: Pålrot (1). Hjärtrot (2). Sänkrot (3). (Illustration: Hanna Fors, i *Förebyggande av rotinträngningar i VA-ledningar – utveckling av beslutsstöd*, s. 12).

Förutom att det finns olika rotsystem delas träd upp i två artgrupper: pionjärarter och sekundärarter. Pionjärarter är snabbväxande träd. De etablerar sig i ett tidigt skede om marken har röjts. Pionjärarter har kort livslängd, men på grund av sin höga rotenergi har de ett snabbväxande rotsystem. Detta gör att de klarar av ogynnsamma markförhållanden och överlever även om humus- och näringshalten är låg. Sekundärarter etablerar sig när det redan finns vegetation. Dessa arter har höga krav på markförhållandena och anses vara långsamväxande, vilket kan bero på att de har lägre rotenergi. Sekundärarter bildar stabila bestånd och brukar konkurrera ut pionjärarter. De högre kraven gör att sekundärarter kan ha svårare att etablera sig i områden där pionjärarter frodas. Eftersom pionjärarter har en högre tillväxthastighet utvecklas deras rotsystem snabbare än sekundärarter. Generellt leder detta till att pionjärarter orsakar fler rotskador (Östberg, et al., 2010).

2.2.3 Levnadsmiljö för träd

För att träd ska kunna växa och erhålla god vitalitet och tillväxt krävs en god levnadsmiljö som rötterna kan etablera sig i. Till detta behöver trädet ha tillgång till vatten, näring och luft. För att stå stabilt behövs en stor jordvolym för att stora rötter ska kunna växa och förankra trädet. Allt detta begränsas i stadsmiljö där de hårdgjorda ytorna och infrastrukturen konkurrerar med träden. Det innebär att träden får otillräckligt utrymme för optimal utveckling. I staden avlägsnas vatten och organiskt material från gatorna för att hålla dessa rena. Därmed minskar tillgången till vatten och näring till träden (Andreasson & Fransson, 2017).

De olika miljöer som träd planteras i kan delas in i två kategorier: naturlig miljö och stadsmiljö. Träd i stadsmiljö kan därefter delas in i parkträd och gatuträd. Parkträd är planterade i stora grönområden där markprofilen är relativt opåverkad. Trots detta skiljer sig markförhållandena från träd i naturliknande miljöer. I parkmiljöer har träd större tillgång till vatten, näring och syre. Parkträd har därför bättre förutsättningar för att utvecklas än gatuträd som är planterade vid hårdgjorda ytor (Embrén, et al., 2009).

Utmaningarna som träd möter i staden är omfattande. När ett träd har en för liten växtbädd begränsas utrymmet och trädets utveckling hämmas. Brist på syre och vatten hämmar också trädens utveckling. Syrebrist leder till koldioxidförgiftning av trädrötter, vilket uppkommer när det finns tät markbeläggning och stora strukturvariationer. Vid tätt packad mark kan vatten bli stillastående ovanpå växtbädden, vilket leder till både syrebrist och vattenbrist. Vattenbrist kan i andra fall uppstå om dagvatten, i stället för att nå ner i marken, leds bort och ner i dagvattenledning. Under vintern används salt som halkbekämpning. En allt för hög salthalt är dock skadlig för växter och saltet kan även täppa igen markens porer, vilket kan leda till att vatten blir stillastående ovanpå växtbädden samt att tillförseln av syre och vatten försvåras (Embrén, et al., 2009).

Renhållning av gator gör att det inte sker någon kontinuerlig tillförsel av näring till träd. Detta för att organiska material, som brutits ner till näring, sopas bort från de hårdgjorda ytorna på grund av säkerhetsskäl. Dagvatten, som också tar med sig näring, leds bort från växtbäddarna ner genom olika tekniska lösningar (Andreasson & Fransson, 2017). Det är inte heller en lösning att implementera gräsytor vid träd eftersom det inte bidrar med näring, utan i stället skapar konkurrens för vatten och näring (Embrén, et al., 2009).

De hårdgjorda ytorna som gatuträd planteras nära gör att det blir hög konkurrens om utrymmet. Rötternas sökande efter vatten och syre gör att det uppstår konflikter mellan träd och infrastrukturen i de fall rötter växer in och orsakar stopp i avlopps- och dräneringsledningar (Embrén, et al., 2009; Östberg, et al., 2010). Rötterna på ett träd måste beskäras på rätt sätt annars hämmas trädets utveckling. Beskärningsskador och fysiska skador är ytterligare ett problem som träd utsätts för (Embrén, et al., 2009).

För att klara av de tuffa förhållandena i städerna väljer Malmö stad att plantera trädarter som klarar av utmaningarna. I hårdgjorda miljöer är det begränsat med utrymme, det är svårare för vatten och luft att infiltrera samt varmare, torrare och fler påfrestningar för träd. Därav är det viktigt att välja arter som klarar av dessa förhållanden. Till skillnad från hårdgjorda ytor har grönytor mer tillgång till utrymme, vatten, luft och näring. Därför använder Malmö stad andra trädarter i grönytor än i hårdgjorda ytor. Arten ska även passa in med stadsdelens identitet och får inte förekomma mer än 10 % i ett område eller i hela staden (Bellan, 2025).

Fördelen med en stor variation av trädarter i staden är att sårbarheten för sjukdomar minskar. Vissa sjukdomar är artspecifika, och om en sådan sjukdom sprids i staden bör inte hela stadens trädbestånd påverkas (Nässländer, 2022). Det är viktigt att trädet får tillräckligt med växtplats för att det ska kunna bidra till alla de positiva effekter som träd kan åstadkomma. Innan val av art sker ska ståndortsfaktorerna för platsen utredas. Detta innefattar rottillgänglig volym samt påverkan av mikroklimat, som vind, skugga och luftföroreningar.

Utöver detta har placeringen av trädet, i förhållande till övrig infrastruktur, betydelse. Innan ett träd planteras ska det bedömas om trädet kan orsaka skada eller vara till annan olägenhet. Följaktligen ska det också undersökas ifall det finns en lösning till dessa problem (Bellan, 2025). Under 2025 uppnådde Malmö stad nytt planteringsrekord när de planterade 2 525 träd. Det är en stor kostnad att plantera träd och priserna varierar mellan 30 000 och 160 000 kr per träd (Funke, 2025).

2.2.4 Växtbädd och skelettjord

För att träden ska kunna frodas behöver växtbädden anpassas för att näring, vatten och luft ska vara tillgängligt (Andreasson & Fransson, 2017). Det kan vara svårt att tillgodose trädens behov när de är planterade vid hårdgjorda ytor. En lösning på detta är att bygga växtbäddar med skelettjord, likt Stockholmsmodellen. Syftet är att utforma växtbäddar med hålrum för att främja gasutbyte samt att ha en stabil struktur som gör att växtbädden inte kompakteras (Stockholms stad, 2018).

I Malmö ska avgränsade planteringsytor ha minst 30 m³ rottillgängligt substrat tillgängligt för träden. Substrat är underlaget och kan bestå av matjord, öppna bärlager, förstärkningslager eller skelettjord. I sammanhängande planteringsytor där flera träd planteras ska respektive träd minst ha 20 m³ egen rottillgänglig volym. Största möjliga volym och sammanhängande plantering eftersträvas för att ge träden gynnsamma förutsättningar. Dock är det inte alltid lätt att förse träden med stora ytor i stadsmiljöer. Om förutsättningarna inte tillåter kan därför mindre växtbäddar utformas. Vid placering av växtbädden och trädet är det även viktigt att kontrollera hur trädet placeras ut i förhållande till annan infrastruktur. Detta görs efter hur trädets framtida utbredning både ovan och under mark uppskattas att bli. Tillsammans med utbredningens uppskattning samt från uppskattning om skador och olägenhet som trädet kan åstadkomma har Malmö stad gjort bedömningen att det ska vara minst 1 m från trädets centrum till gång- och cykelbanor (Bellan, 2025).

Vid anläggning av skelettjord används makadam med grova fraktionsstorlekar för att skapa hålrum i växtbädden. Dessa hålrum fylls sedan med växtjord eller näringsberikad biokol, se Figur 2. Skelettjord används ofta i stadsmiljöer för att skapa goda växtförhållanden för träd samtidigt som marken ska ha tillräcklig bärighet för trafikbelastning. Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) har utfört tester på skelettjord och kommit fram till att den uppvisar god bärighet och kan användas under de hårdgjorda ytorna för körbanor och parkeringsplatser (Stockholms stad, 2018). Skelettjord fungerar även som dagvattenmagasin och minskar risken för rotskador på hårdgjorda ytor och avloppsledningar genom att ge rötter tillräckligt med utrymme att sprida sig under planteringsytan (Embrén, et al., 2009).



Figur 2: Anläggning av skelettjord.

För att träd ska få goda förutsättningar att växa har valet av jordtyp i växtbädd och skelettjord stor betydelse. Jorden i urban miljö har oftast blivit störd, manipulerad eller hanterad i den mån att egenskaperna och karaktären av jorden har modifierats. Anläggning av cykel- och gångbanor kan ge stora förändringar på den urbana miljön. Som nämns i *2.1 Cykel i staden* behöver terrassen och överbyggnaden packas väl för att cykelbanorna ska erhålla önskade egenskaper. Vid anläggning av körbanan packas överbyggnad ännu mer på grund av den höga trafikbelastningen. Detta påverkar växtförhållandena för träden (Randrup, et al., 2001). Vid val av jord till en växtbädd är det därav viktigt att beakta följande egenskaper. Om en jordtyp har hög lerhalt har den goda närings- och vattenhållande egenskaper. Om trädet ska planteras där det sker stora mängder av halkbekämpning genom saltning är en låg lerhalt att föredra. Lera kan slamma igen porer i marken i de fall där salthalten är hög. Den låga lerhalten gör dock att behovet av bevattning och gödsling ökar. Om jorden innehåller lera och mull erhålls både fukt- och näringshållande förhållanden. Mull, även benämnt humus, är viktprocent av jordens organiska innehåll, således mängden nedbrutet organiskt material. Andelen mull i jorden är viktig för det bidrar till jordens struktur samt närings- och fukthållande egenskaper (Embrén, et al., 2009).

Jord med en hög mullhalt kan sjunka samman efter en tid. För att undvika detta kan pimpsten eller biokol blandas i. Detta skapar en hållbar växtbädd som har lång livslängd. Inblandning av pimpsten och biokol i grövre fraktioner ger en högre porvolym, vilket ger högre vattenhållande egenskaper. Denna typ av jord är lämplig att använda när det finns höga krav på låg vikt på konstruktionen, exempelvis ifall växtbädden ska byggas på ett bjälklag (Stockholms stad, 2018). Pimpsten är ett lågviktsmaterial med luftiga och fuktiga egenskaper som ger goda etableringsmöjligheter för träd (Embrén, et al., 2009). Biokol bidrar också till en god struktur och ger växtbädden bättre vatten- och näringshållande egenskaper (Stockholms stad, 2018). En god levnadsmiljö för träd i staden innefattar ett lämpligt val av jordtyp som ger goda fukt- och näringsegenskaper. Om andra krav ställs på konstruktionen krävs mer kunskap för hur trädets bäst tas hand om.

Malmö stad arbetar aktivt för att utveckla och komma på nya lösningar. Numera görs tester på multifunktionella ytor. På dessa ytor integreras skelettjordar med syfte att motverka skador på vägarna medan trädens hälsa gynnas (Sulejmani, 2025a).

2.2.5 Förutsättningar för plantering av träd i stadsmiljö

Vid plantering av träd i stadsmiljö finns flera faktorer att ta hänsyn till. Det optimala vore att planera tillräckligt utrymme för träd redan i detaljplaneringsskedet. Träden kan därmed planeras in i samordning med annan infrastruktur som ledningar, parkeringsplatser, belysning och kollektivtrafikanordningar. Planer för att utnyttja dagvatten för bevattning samt rimlig drift- och skötselnivå kan också göras i detta skede. Under projekteringen fortsätter samordningen på en mer detaljerad nivå. Här ses det till att växtbädden är tillräcklig stor och sammanhängande samt att markens höjdsättning och disposition leder ner vatten i växtbädden. Det är även viktigt att ta reda på var överflödigt vatten tar vägen när växtbädden är vattenfylld. Vid plantering av träd är det viktigt att i tidigast möjligt skede börja planera utrymme för träd. Ju tidigare planeringen av träd sker i processen, desto bättre (Stockholms stad, 2018).

2.3 Konstruktioner i Malmö stad

En översikt över konstruktionerna för cykelbanor och växtbäddar i Malmö beskrivs i det här avsnittet, där huvudsakliga förändringar i uppbyggnad och materialval betonas. Avsnittet syftar till att ge en grundläggande förståelse för tidigare och nuvarande lösningar som ligger till grund för dagens utformning. Även en övergripande jämförelse med andra kommuners principiella konstruktioner redovisas.

2.3.1 Malmö som cykelstad

Utvecklingen av cykelinfrastrukturen i Malmö, liksom i svenska städer generellt, har följt de planeringsideal och riktlinjer som präglat respektive tidsperiod. Dessa ideal har påverkat hur cykelbanor har placerats och utformats samt hur de relaterar till stadens grönska.

Under 1870-talet började cykeln introduceras i Malmö, främst som en sport snarare än som transportmedel. Det var först under tidigt 1900-tal som cykeln blev ett allt vanligare färdmedel och började integreras i stadsmiljön. Breda gångbanor byggdes i samband med detta om till enkelriktade cykelbanor som följde körriktningen (Emanuel, 2014). Cykelbanorna anlades av säkerhetsskäl för att minska olyckor mellan cyklister och motorfordon på körbanan (Leijonhielm, 2020). Denna typ av uppbyggnad, med enkelriktade cykelbanor, inspirerades av Köpenhamn och utvecklingen fortsatte fram till andra världskriget. Under denna period var cykeltrafiken i rusningstrafik upp till tolv gånger större än motorfordonstrafiken (Emanuel, 2014).

Under 1940-talet introducerades grannskapsenheten och senare även ABC-staden, där bostadsområden organiserades kring lokala centrum med skolor, service och grönytor inom gångavstånd. Trafiken separerades delvis genom att större trafikleder placerades utanför området. Gång- och cykelbanor anlades ofta i gröna stråk, nära parker och trädplanteringar (Boverket, 2019). Ett tydligt skifte mot en bilorienterad planering skedde under 1960-talet. Framkomlighet för motorfordon prioriterades och befintliga cykelbanor revs för att ge plats åt bredare körbanor och parkeringsytor. Detta resulterade dock i ökad trängsel och trafiksäkerhetsproblem. Under samma period omvandlades även nedlagda järnvägslinjer till cykelstråk (Emanuel, 2014).

Som svar på problemen infördes riktlinjer enligt modellen Stadsbyggnad, Chalmers, Arbetsgruppen för Trafiksäkerhet (SCAFT) år 1968, där strikt separation mellan trafikslag betonades för att öka säkerheten. Cykelbanor placerades i avskilda stråk utan korsningar med bilvägar, vilket ökade behovet av tunnlar och broar. Inga motorfordon, med undantag för moped och utryckningsfordon, fick vistas på dessa banor. Belastningen bedömdes därför som relativt låg. Samtidigt belystes att gång- och cykelbanor skulle utformas i upplevelserika miljöer, gärna nära bebyggelse och grönska. Träd och planteringar integrerades på grund av detta ofta i anslutning till dessa stråk, dock inte alltid med hänsyn till trädens och cykelbanornas långsiktiga livslängd (Boverket, 2019; Statens Planverk, 1968).

Samtidigt genomfördes Miljonprogrammet där stora bostadsområden uppfördes snabbt, bland annat området Rosengård i Malmö. Dessa områden planerades ofta kring centrum- eller parkmiljöer, vilket innebar att gång- och cykelbanor drogs genom bostadsområden och befintliga grönområden. Detta kan ha bidragit till dagens problematik mellan dåvarande grönska och nya cykelbanor (Boverket, 2019). Från slutet av 1970-talet växte kritiken mot den separerade trafikplaneringen. Mer stadsmässiga ideal började dominera, med fokus på integration och förtätning. Tidigare industri- och hamnområden omvandlades till bostadsområden och cykelbanor integrerades i större utsträckning i gaturummet i stället för att ligga helt separerade från övrig trafik (Boverket, 2019).

När 1990-talet närmade sig beslutades att Malmö skulle utveckla ett mer sammanhängande cykelnät där alla cykelbanorna dubbelriktades. Många av cykelbanorna var dock aldrig dimensionerade för att vara dubbelriktade, vilket innebar att nätet inte alltid blev optimalt. Däremot blev systemet lättare att förstå och orientera sig i. Parallella cykelbanor anlades främst i stadens ytterområden, medan en motsvarande integrering med körbanorna var svår att genomföra i de centrala delarna av Malmö på grund av utrymmesbrist (Emanuel, 2014).

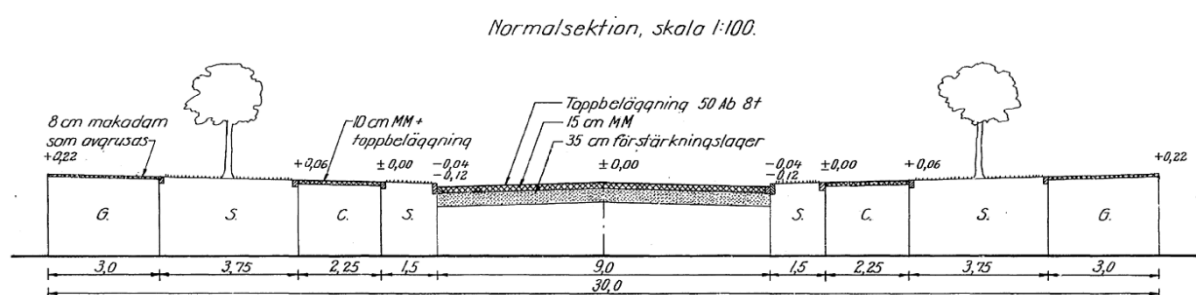
Efter millenniumskiftet har fokus alltmer förskjutits mot hållbar mobilitet. Riktlinjer som TRAST betonar en helhetssyn där trafik, stadsliv och miljö samspelar. Därför har större hänsyn tagits till samspelet mellan infrastruktur och grönska (Boverket; Trafikverket; SKL; 2015). Idag används Handbok för trafikstrategiskt arbete, som ersatt TRAST och fokuserar mer på tillgänglighet än enbart trafik. Det innefattar en kombination av rumslig närhet, fysisk mobilitet och digital tillgänglighet (Trafikverket, 2025).

Sedan början av 2020-talet har Malmö successivt börjat återgå till ett mer enkelriktat planeringsideal för cykelbanor längs stadens huvudleder. Syftet är att förbättra trafiksäkerhet, framkomlighet och kapacitet i cykelvägnätet i takt med att staden förtätas och belastningen på transportsystemet ökar. Omställningen innebär flera fördelar, men medför samtidigt betydande utmaningar. En central fråga är hur övergången mellan enkelriktade och dubbelriktade cykelbanor ska utformas på ett tydligt, intuitivt och användarvänligt sätt. Malmö har under lång tid präglats av ett dubbelriktat cykelsystem, vilket har skapat etablerade rörelsemönster hos cyklisterna. Utmaningen ligger därför i att utforma lösningar som gör det naturligt och meningsfullt att färdas på rätt sida av huvudgatan, så att den acceptans som krävs för systemets funktion kan uppnås. Arbetet har påbörjats men är ännu inte genomfört i hela staden (Nordlund, 2026).

Malmöns cykelinfrastruktur är idag resultatet av flera planeringsideal från olika tidsperioder. Utvecklingen har växlat mellan integrerade och separerade trafiklösningar och senare mot ett mer hållbarhetsorienterat synsätt. Detta har resulterat i ett komplext stadslandskap där cykelbanornas placering och relation till träd och grönska varierar beroende på vilken planeringsidé som präglat deras tillkomst.

2.3.2 Tidigare standarder i Malmö

För att förstå varför det sker rotinträngningar i cykelbanor undersöks hur Malmö stad har byggt cykelbanor genom tiderna. Genom att söka i Malmö stads interna ritningsarkiv har det konstaterats att uppbyggnaden av cykelbanans huvudsakligen följt en normalsektion enligt Figur 33. Även innan riktlinjerna i SCAFT förekom ofta separerade körfält beroende på trafikslag, med skiljeremsor mellan de olika körfälten. Under 1900-talet sågs det ofta att träden planterades i de bredaste skiljeremsorna, vanligtvis 2–4 m breda.



Figur 3: Normalsektion av Videdalsvägen år 1962.

En slutsats som har dragits från granskning av ritningarna är att bebyggelsen först har fullbordats och att träden planterats i efterhand. Detta står utskrivet på vissa av ritningarna och har konstaterats utifrån jämförelse mellan konstruktionens ålder och planteringsåret för träden. Det finns dock vissa undantag där cykelbanan byggdes tätt intill trädet. I dessa fall har cykelbanan lagts hela vägen in till trädet och inte lämnat utrymme för någon växtbädd.

För att skapa en klarare bild över uppbyggnaden av cykelbanorna i Malmö har även standarder tagits fram från 1950–2022, se Tabell 1. Det finns begränsat med information om lageruppbyggnaden innan 1950-talet, varav inga slutsatser kan dras för tiden innan detta.

Tabell 1: Cykelbanans överbyggnad från 1950–2022.

1950–1965		
Lager	Material	Tjocklek [mm]
Slitlager	MAB 50	20
Bundet bärlager	MM 10	100
Obundet bärlager	-	-
1965–1975		
Lager	Material	Tjocklek [mm]
Slitlager	60 ABT 4 eller ABT 8	25
Bundet bärlager	MM 5 eller MM 10	50 – 100
Obundet bärlager	-	100
1975–1994		
Lager	Material	Tjocklek [mm]
Slitlager	60 eller 80 MAB	25 – 35
Bundet bärlager	Ev. 80 AG	35
Obundet bärlager	-	100
1994–2022		
Lager	Material	Tjocklek [mm]
Slitlager	ABT 8	25
Bundet bärlager	AG 16	35
Obundet bärlager	-	240

Från 1950-talet fram till mitten av 1960-talet bestod cykelbanorna av två lager, ett lager 50 kg/m² mjuk asfaltbetong (MAB), motsvarande en tjocklek på 20 mm, följt av 100 mm indränkt makadam med mjukt bindemedel (MM). I ritningarna skiljer sig vissa beteckningar beroende på årtal och vem som har tagit fram dem. Därför konstateras att ABT och MAB förmodligen beskriver samma sak. Beteckningar från respektive ritningar har dock fortfarande använts för att beskriva de tidigare standarderna.

I mitten av 1960-talet började cykelbanorna byggas med ett översta lager som bestod av ett slitlager på 60 kg/m² ABT 4 eller 8, vilket motsvarar en tjocklek på 25 mm. Detta är en tät asfaltbetong där den nominella största stenstorleken är 4 mm respektive 8 mm (Asfaltboken, u.å.). Därefter följs detta av MM 5 eller MM 10, som motsvarar en tjocklek på 5 respektive 10 cm. Underst ligger ett obundet bärlager, som i regel var 100 mm.

Under 1990-talet började det ske större förändringar av hur cykelbanan konstruerades, även om de tidigare varianterna fortfarande förekom. År 1994 infördes nya riktlinjer vid konstruktion av cykelbanor av Vägverket, som implementerades av Malmö stad. Denna standard följdes fram till år 2022. Genom åren har nya regelverk uppförts där enstaka förändringar skiljer på versionerna, vilket framgår av jämförelser mellan VÄG 94 och ATB VÄG 2000 och framåt. Trots ändringarna består grundprincipen för överbyggnaden. Den totala tjockleken är 300 mm och inget förstärkningslager användes. Lagerna i denna version har valts utifrån stabilitet och flexibilitet. Ritningar från denna tidsperiod bekräftar likaså uppbyggnaden. Under denna period dimensionerades överbyggnaden för 150 000 standardaxlar (Vägverket, 2005; Vägverket, 1994; Trafikverket, 2011).

21

2.3.3 Malmö stads standard 2023

2.3.3.1 Överbyggnaden

Överbyggnaden för gång- och cykelbanor i Malmö har sedan 2023 varit uppbyggd av flera samverkande lager med olika funktioner. Principiellt är konstruktionen densamma för gång- och cykelbanor som för körbanor, där den huvudsakliga skillnaden ligger i materiallagrens tjocklek och dimensionering utifrån trafikbelastning. Gång- och cykeltrafik medför betydligt lägre laster än motorfordonstrafik och ska dimensioneras för 150 000 standardaxlar, vilket gör att överbyggnaden kan vara tunnare än en högt trafikerad körbana (Sulejmani, 2025a; Trafikverket, 2023)

I Malmö finns två alternativa överbyggnader för gång- och cykelbanor, där den främsta skillnaden är valet av krossmaterial i de obundna lagren. Användningen av asfaltkross har minskat betydligt på grund av ökade priser och den höga graden av återvinning av asfalt i tidigare produktionsskeden (Larsson, 2022; Ulmgren & Lundström, 2004; Westergren, 2004). Därför används idag framför allt samkross och det är denna version av överbyggnaden som undersöks vidare i detta arbete. Uppbyggnaden av överbyggnaden visas i Tabell 2 (Sulejmani, 2025a). Asfaltkross har dock visat på god bärighet sedan en utvärdering år 2022, där resultatet indikerade att den kan ersätta eller blandas med samkross för att erhålla förbättrade bärighetsegenskaper. Detta är därmed en lösning som kan övervägas i framtiden (Hogic & Johansson, 2023).

Tabell 2: Överbyggnadskrav för gång- och cykelbanor från 2023.

Lager	Tjocklek [mm]	Material
Slitlager	26	ABTF 8 100/150
Bundet bärlager	34	AG 16 100/150
Obundet bärlager	80	Samkross 0/40
Förstärkningslager	260	Samkross 0/90
Geotextil	-	

I Malmö stads överbyggnader utgörs slitlagret av en tät asfaltbetong. Bindemedelshalten har höjts med 0,3 viktprocent utöver minimivärdet på 6,2 viktprocent. Detta för att motverka uttorkning av cykelbanan. Den maximala kornstorleken är 8 mm och bitumenkvaliteten är 100/150. Det mjuka bindemedlet ger en mer flexibel överbyggnad, vilket är lämpligt för lågtrafikerade vägar som cykelbanor (Sulejmani, 2025b). Tidigare har ännu mjukare bindemedel använts, men i takt med ett varmare klimat har Malmö stad gått över till detta styvare bindemedel för att risken för spårbildning bedöms vara större än risken för sprickbildning (Redelius, u.å.). Slitlagret har även god åldringsresistens och vattenbeständighet. Partier som inte är helt täta kan dock utgöra en angreppspunkt för vatten (Wågberg, 2013; Trafikverket, 2022).

Nästa lager är det bundna bärlagret, i detta fall bestående av asfaltgrus. Detta är ett bitumenbundet bärlager med relativt låg halt av bindemedel och hålrums halt i mellanregistret. Det resulterar i god resistens mot plastiska deformationer och utmattning. Bärlagret fungerar som lastfördelande skikt och bidrar till konstruktionens långsiktiga bärighet och beständighet (Trafikverket, 2014). Bitumenkvaliteten är precis som i slitlagret 100/150, med en maximal kornstorlek på 16 mm (Sulejmani, 2025a).

Under det bundna lagret finns ett obundet bärlager bestående av samkross av storlek 0 - 40 mm. Lagret ska fördela trafikbelastningen nedåt i konstruktionen och behålla sina hållfasthetsegenskaper över tid. Förstärkningslagret består också av samkross av samma anledning. Dess funktion är att ytterligare fördela lasterna till undergrunden samt att fungera dränerande. Lagret ska skapa ett stabilt och bärande underlag för ovanliggande lager och bidra till att minimera risken för skadliga deformationer (Svevia, u.å.). Under förstärkningslagret sätts en geotextil för att avskilja terrassen från överbyggnaden. Följaktligen pumpas inte finmaterial upp i förstärkningslagret och materialegenskaperna kvarstår. Detta är speciellt viktigt i terrasser med lera (Meksi, et al., 2024).

Trafikverkets riktlinjer för överbyggnader följs inte fullt ut av Malmö stad. Till skillnad från Trafikverket, används två lager asfalt för att skapa en jämnare yta och för att en mindre mängd sten ska förbrukas (Sulejmani, 2025a; Trafikverket, 2023). Detta resulterar i en tätare och mer bindemedelsrik beläggning, vilket ger en jämnare och mer cykelvänlig yta. Lösningen är även fördelaktigt ur klimatsynpunkt, då den har bättre klimatnedbrytning (Wågberg, 2013).

Överbyggnadens tjocklek uppgår numera till 400 mm. Denna dimensionering är gynnsam för Malmös cykelbanor i enlighet med resultat från en studie av Larsson, Niska och Erlingsson (2025), vilken indikerar att en total tjocklek på omkring 300 mm kan vara otillräcklig för de påfrestningar som cykelbanor kan utsättas för, även när högkvalitativa konstruktionslager med god bärförmåga används. Detta gäller särskilt vid förhållanden med bristande dränering (Larsson, et al., 2025).

Detta sammanfaller med att konstruktionen blir mer motståndskraftig i samband med bättre packning av de ingående lagren samt en upphöjd konstruktion. En upphöjd uppbyggnad ger bättre förutsättningar för kompaktering under byggskedet, vilket i sin tur ökar konstruktionens bärighet och stabilitet. God packning minskar dessutom risken för sprickbildning eftersom minskat porutrymme hämmar fukt- och gastransport i konstruktionen (Thynell, et al., 2020).

2.3.3.2 Multifunktionella krav

I Malmö stad har en standard för multifunktionella överbyggnader utvecklats och implementerats. Principlösningen optimerar utrymmet långsiktigt för både hårdgjorda ytor och grönytor och främjar samexistens mellan cykeltrafik, dagvattenhantering och växtlighet. Utvärderingar genomförda under 2023 på flera platser i Malmö visar att multifunktionella ytor kan uppnå tillfredsställande bärighet för Trafikklass 1. Detta förutsätter att konstruktionen dimensioneras och utförs enligt fastställda principer. Trafikklass 1 omfattar ytor med en belastning på maximalt 500 000 standardaxlar och utgörs framför allt av lokalgator och parkeringsplatser. Denna uppbyggnad har även blivit en standard för utformning av gång- och cykelbanor i de fall fler funktioner på vägen har varit nödvändiga, däribland närhet till växtbäddar (Sulejmani, 2025a).

Denna nya standard togs fram för att kombinera gång- och cykelbanan med växtbäddar och dränerande funktioner. Det var väsentligt att ta fram en standard som uppfyllde kraven på rotningsbar volym samtidigt som cykelbanans bärighet inte påverkades. I ett internt samarbete har det tagits fram typritningar för torktåliga träd i hårdgjorda ytor, se typritning A3-TYP 102A i *Bilaga 1*. Det har även tagits fram fler typritningar för uppbyggnad av växtbädd och skelettjord för ensamma träd eller alléer i hårdgjorda ytor (Malmö stad, u.å.a).

Överbyggnaden och skelettjordens konstruktion finns beskriven i Tabell 3 (Sulejmani, 2025a). Överbyggnaden för cykelbanan är identisk med standarden för överbyggnaden med undantag att förstärkningslagret ersätts av skelettjorden.

Tabell 3: Uppbyggnad av gång- och cykelbana med skelettjord som multifunktionell yta, 2023.

Lager	Tjocklek [mm]	Material
Slitlager	26	ABTF 8 100/150
Bundet bärlager	34	AG 16 100/150
Obundet bärlager	80	Samkross 0/90
Geotextil	-	
Avjämningslager	50	Makadam 8/11
Luftigt bärlager	200	Makadam 32/63
Skelettjord lager 1	300	Makadam 100/500 + pimpsten storlek 2/8 mm 100 l/m ²
Skelettjord lager 2	300	Makadam 100/500 + pimpsten storlek 2/8 mm 100 l/m ²

Sett från ytan och nedåt består uppbyggnaden således av ett slitlager, ett bundet bärlager, ett obundet bärlager och till sist en geotextil som separerar överbyggnaden och avjämningslagret samt det luftiga bärlagret (Malmö stad, u.å.a). Geotextilen anläggs mellan överbyggnaden och det luftiga bärlagret av två anledningar. Ett, för att det finkorniga materialet i överbyggnaden inte ska blandas med de grövre kornen i det luftiga bärlagret. Två, för att hindra att rötter växer in i överbyggnaden (Stockholms stad, 2018; Niska, et al., 2011). Avjämningslagret består av makadam 8–11 och är 50 mm tjockt medan det luftiga bärlagret består av makadam 32–63 och är 200 mm tjockt. Under luftningslagret konstrueras skelettjorden som består av två lager med makadam, 100–150 i kornstorlek, som blandas med pimpsten, 2–8 mm 100 l/m². Allt packas till totalt 600 mm (Malmö stad, u.å.a).

Anledningen till att skelettjorden är uppdelad i två lager är för att det blir lättare att konstruera på plats och minimerar risken för att skelettjorden inte blir homogen. Skelettjorden byggs upp genom att det första makadamlaget läggs ut, följt av att pimpsten sopas ner i den. Detta gör att det de tomma utrymmena mellan kornen i makadamen fylls med pimpsten och biokol. Sedan packas allt samman till 300 mm. Ovanpå detta läggs sedan ett nytt lager av makadam och pimpsten som också packas ner till 300 mm (Svensson, 2026).

Denna typ av lösning möjliggör även utformning av skelettjord med dagvattenhantering. Vanligast av de fåtal dränerande överbyggnaderna i Malmö är att anlägga helt dränerande överbyggnader, motsvarande system I (Malmö stad, u.å.a).

När växtbädden konstrueras är det viktigt att skapa goda växtförhållanden för att skador på träd och cykelbana ska minimeras. Detta säkerställs genom att tillgodose tillräckligt med utrymme samt rotningsbar volym (Stockholms stad, 2018). I Malmö konstrueras växtbädden genom att pimpsten packas under rotklumpen och att den fylls med en växtsubstans, där minsta tillåtna volym är 1,6 m³/träd. Det finns två blandningar, men huvudingrediensen i båda är pimpsten. Den första består av 70 % pimpsten och 30 % grönkompost (102A), medan den andra består av 70 % pimpsten, 20 % grönkompost och 10 % biokol (102B). Det första alternativet användes i större utsträckning förr, men det andra alternativet blir allt vanligare (Malmö stad, u.å.a; Svensson, 2026).

Luftningsbrunnar anläggs i skelettjorden för träd i hårdgjorda ytor för att leda vatten till växtbädden samt skapa ett utbyte av koldioxid och syre till trädets rötter, se Figur 5. Brunnarna ska placeras i lågpunkter för att kunna leda vatten och vara perforerade i samma höjd som det luftiga bärlagret (Stockholms stad, 2018). Malmö stad använder sig av luftningsbrunnar med sandfång, vilket minskar risken för att systemet ska täppas igen. Det ska minst vara en brunn per träd, men ett ensamt träd ska ha två (Malmö stad, u.å.a; VAguiden, u.å).



Figur 3: Vänster bild, luftningsbrunn (Sölvesborgsgatan, 2026-03-18). Höger bild, luftningsbrunnar innan installation.

2.3.4 Skillnader mellan kommuner i Sverige

I en studie från 2023 jämfördes uppbyggnaden av gång- och cykelbanor i flera svenska kommuner, med fokus på olika klimatzonerna. Resultatet visar att samtliga kommuner förhåller sig till nationella krav, särskilt avseende de obundna lagrens minimitjocklek på 250 mm. Trots detta finns tydliga variationer i hur överbyggnaderna dimensioneras och utformas, även inom samma klimatzoner (1–2) (Nederman, 2022; Trafikverket, 2023).

En viktig skillnad gäller förstärkningslagrets tjocklek. I vissa kommuner dimensioneras lagret tjockare, vilket indikerar ett större fokus på bärighet och skydd mot tjällyftning. Detta är särskilt relevant vid sämre markförhållandena, exempelvis i norra Sverige, eller där gång- och cykelbanor utsätts för högre belastning från biltrafik eller tyngre driftfordon. I klimatzon 1 utmärker sig Göteborg och Mölndal med överbyggnader på drygt 500 mm och omfattande förstärkningslager. I klimatzon 2 återfinns ännu större överbyggnadstjocklekar, exempelvis i Stockholm, där de uppgår till närmare 600 mm (Nederman, 2022; Trafikverket, 2023).

En möjlig förklaring till dessa dimensioneringar är att gång- och cykelbanorna i större städer i vissa fall behöver trafikeras av tyngre fordon, exempelvis vid ombyggnationer eller när ytor används för vändning på grund av platsbrist. Även om dessa belastningstillfällen är relativt få kan de innebära betydande påfrestningar i form av höga punktlaster, ofta vid konstruktionens kanter och ibland som statiska belastningar snarare än upprepade trafiklaster. Detta ställer högre krav på konstruktionens bärighet, vilket sannolikt har beaktats vid utformningen genom en mer robust överbyggnad (Larsson, 2025).

I kontrast till detta följer vissa kommuner mer standardiserade lösningar. Lund och Svedala, såväl som Örebro och Uppsala utgår i stor utsträckning från Trafikverkets riktlinjer, vilket tyder på en mer normbaserad och enhetlig dimensionering. Helsingborg avviker något genom att fortsatt tillämpa Malmös tidigare standard, som gällde fram till år 2022, vilket visar hur kommunala riktlinjer kan leva kvar och påverka utformningen även efter att de formellt har ersatts (Nederman, 2022; Trafikverket, 2023).

Valet av asfaltfraktioner och bindemedel varierar också mellan klimatzonerna. I Skåne är ABT 8 med bitumenklass 100/150 vanligare, tillsammans med AG 16 100/150. I klimatzon 2 används i högre grad slitlager med mjukare bindemedel med bitumenklass 160/220, samt AG 160/220 (Nederman, 2022). Valet av bindemedel kan kopplas till asfaltens geografiska områden. Mjukare bindemedel förekommer längre norrut där det ska vara bättre anpassat för att motstå sprickbildning, medan risken för spårbildning är lägre till följd av de lägre temperaturerna (Redelius, u.å.; Trafikverket, 2023)

I klimatzon 1 har bärlagret fraktionen 0–40 medan fraktionen 0/32 är vanligare i klimatzon 2. Dessa beteckningar är olika skrivsätt för samma fraktioner. I de obundna lagren förekommer således ingen egentlig variation i fraktionsstorlek (Nederman, 2022). Det obundna lagret påverkas däremot i hög grad av tjäldjupet, vilket ökar längre norrut. Större lagertjocklekar, för att säkerställa att icke tjälkänsligt material placeras på tillräckligt djup och därmed skyddar konstruktionen mot tjälpåverkan, är därför av större betydelse än styvheten (Trafikverket, 2023).

En intressant slutsats från studien är att den totala överbyggnadstjockleken inte verkar ha någon tydlig koppling till kommunens befolkningsstorlek. I stället tycks faktorer som lokala markförhållanden, klimatpåverkan och val av tekniska riktlinjer vara mer avgörande. För klimatzonerna 3–5 saknas tillräcklig information kring överbyggnadens utformning, vilket innebär att det inte går att dra några säkra slutsatser om hur kallare klimat påverkar dimensioneringen i dessa områden (Nederman, 2022).

2.4 Rotinträngningar

En av skadorna som kan uppstå när träd planteras för nära en väg är rotinträngning (Mullaney, et al., 2015). En sådan skada uppstår när trädets rötter växer för att hitta vatten och syre (Larsson, 2025). Detta påverkar vägen negativt och är inte omtyckt hos cyklister eftersom komfort är en viktig aspekt (Niska, 2006). Det är inte bara vägar som utsätts för denna typ av skador utan även VA-ledningar (Embrén, et al., 2009). I detta kapitel klargörs det hur rotinträngningar uppstår och varför detta är ett problem. Likaså presenteras tidigare forskning inom området och beskrivning av nutida byggnadslösningar för att förhindra och laga rotskador.

2.4.1 Rotskador i asfalt

Träd bidrar till att förbättra levnadsmiljön för människor och djur och har sina egna utmaningar. Trots detta orsakar träd också problem (Larsson, 2025). Detta har gjort att kommun- och stadsplanerare har varit skeptiska till att plantera träd. Följden kan vara extra underhållskostnader i samband med att rötter växer upp i asfalten och orsakar skador, se Figur 6 (Luke, et al., 2011). Det antas att anledningen till att rötter växer in i cykelbanan är för att det bildas kondens på undersidan av asfalten på grund av temperaturskillnaderna mellan det tunna asfalten och den intilliggande jorden. Anledningen till temperaturskillnaden är för att asfalt har låg albedo, som är ett mått på reflektionsförmågan och hårdgjorda ytor har ett lägre värde än vegetation. Detta betyder att asfalten absorberar solstrålar som lagras under dagen vilket successivt värmer materialet (Zetterlund, 2019). Asfalten sjunker sedan i temperatur snabbare än den intilliggande jorden, vilket resulterar i att fukt bildas mellan asfalten och det obundna bärlaget (Randrup, et al., 2001). Kondenslagret som skapas är en perfekt miljö för rottillväxt, vilket gör att risken för rotinträngning ökar ifall växtbäddens miljö är sämre. Skadan uppstår när roten expanderar. Först bildas en buckla i asfalten som sedan leder till att en spricka uppstår i ovankanten på asfalten när töjningen har blivit för stor. När sprickan väl har bildats kan vatten och luft röra sig ner i asfalten, vilket påskyndar nedbrytningen genom att sprickan vidgas och sprids ner i konstruktionen (Larsson, 2025).



Figur 4: Rotskada på cykelbana (Kaptensgatan, 2026-03-18).

2.4.2 Konsekvenser av rotinträngningar

Rotinträngning längs med cykelbanor orsakar två problem. Det främsta är att komforten längs med sträckan blir lägre (Larsson, 2025). En jämn cykelbana är betydande eftersom ojämnheter påverkar cyklisters vilja att använda cykelbanan (Niska, 2006). Det andra problemet är trafiksäkerheten. Cyklisterna är mer utsatta och risken för personskador är större än för bilister (SKL, 2016). Majoriteten, 80 %, av alla allvarliga skador sker vid singelolyckor och detta skulle kunna undvikas med drift och underhållsinsatser (Trafikverket, 2022). Rotskador kan orsaka sprickor som går diagonalt över cykelbanan. Särskilt en blandning av tvärgående och längsgående är farliga för cyklisterna. Det är enkelt för ett cykelhjul att fastna i längsgående sprickor. Med god sikt är dessa sprickor dock enklare att undvika än tvärgående sprickor (Larsson, 2025).

I en rapport av Sveriges Kommuner och Landsting (2016) samlades statistik in från ungefär 50 underhållsutredningar i svenska kommuner, gjorda mellan år 2008–2013. Det konstaterades att ca 22 % av alla skador på cykelbanor i Sverige är från rotinträngningar (SKL, 2016). Från inventeringen som gjordes år 2024 på alla cykelbanor i Malmö framkom att 5 % av alla skador på asfaltbelagda gång- och cykelbanor är rotskador (Ramboll, 2024). I en rapport av Sveriges Kommuner och Landsting (2016) samlades statistik in från ungefär 50 underhållsutredningar i svenska kommuner, gjorda mellan år 2008–2013. Det konstaterades att ca 22 % av alla skador på cykelbanor i Sverige är från rotinträngningar (SKL, 2016). Från inventeringen som gjordes år 2024 på alla cykelbanor i Malmö framkom att 5 % av alla skador på asfaltbelagda gång- och cykelbanor är rotskador (Ramboll, 2024).

2.4.3 Tidigare studier

Anledningen till att rotinträngningar är ett problem idag är för att förutsättningarna för träd och cykelbanor har förändrats. Det finns stora hälsosamma träd inne i städerna, som under flera års tid hunnit växa utan att möta de utmaningar som träd som planteras idag möter. Tidigare byggdes vägar upp av ett tunnare lager sten och grus alternativt av ett tunt lager asfalt direkt på den befintliga marken (Embrén, et al., 2009). Med växande krav på vägar har därför antingen träden i närheten av cykelbanan eller cykelbanan själv missgynnats.

Varför rotinträngningar uppstår har studerats tidigare, både när det kommer till väg och annan infrastruktur. Randrup, McPherson, och Costello (2001) samlade in information från andra studier om rotinträngningar på vägar, trottoarer och kantstenar. De visar på att begränsat utrymme är en stor orsak till konflikten, men det finns motsäggande studier som visar att konflikter också kan uppstå 7 m från träden. Risken för konflikt minskar ju längre ifrån vägbanan trädet är planterat (Randrup, et al., 2001). Det stämmer överens med studien av Svenskt Vatten Utveckling där rotinträngningar i VA-ledningar undersöktes. Här visar det sig att det vanligaste avståndet från träd till rotinträngning är upp till 7 m, där majoriteten av alla rotinträngningar sker inom 3 m. Det konstaterades att det finns ett högriskområde på 7 m från trädet, som följs av en nedåtgående trend till 18 m (Östberg, et al., 2010).

Randrup, et al. (2011) beskriver hur flera studier även visar på att det finns en korrelation mellan trädets storlek och skador på infrastrukturen. Ju större diameter trädet har, desto fler skador skapar det. Det har visats att konflikter börjar uppstå när trädet har en diameter på 11–20 cm i brösthöjd. Några studier visar på att det inte finns en korrelation mellan trädets ålder och skada, men det kan i stället bero på hur snabbt ett träd växer. Om trädet växer snabbare uppstår fler konflikter i ett tidigare skede. En studie har visat på att art har betydelse medan flera andra studier har visat på att den omgivande miljön styr mer än genetik (Randrup, et al., 2001).

Detta stämmer överens med att trädens rotsystem utvecklas genom rötternas sökande efter vatten och näring. I studien om rotinträngningar i VA-ledningar har det konstaterats att träd som har en stor bladmassa orsakar rotinträngningar i ledningar. Den stora bladmassan gör att träden har ett stort vattenbehov och hög tillväxthastighet. Från detta kan slutsatsen dras att pionjärarter inte bör planteras. Pionjärarter som pil/sälg, björk och poppel/asp bör därmed undvikas (Östberg, et al., 2010). Andra källor som säger att pil, poppel, robinia, tall och ask är problematiska bekräftar detta (Wallberg, et al., 2010; Niska, 2011). Det har konstaterats att även om sekundärarter har låg rotenergi finns det två undantag som har lyckats penetrera VA-ledningar: hästkastanj och skogsalm (Östberg, et al., 2010). Stora snabbväxande träd orsakar fler konflikter än små långsamväxande träd och styrks med litteraturstudien av Randrup, et al. (2001). Bara för att en viss art orsakar skador på en plats betyder det inte att samma art i närheten eller i andra områden också orsakar skador. Det handlar inte om art, utan de flesta träd skulle få stora rötter nära ytan om jordförhållandena var ogynnsamma. Slutsatsen som Randrup, et al. drar är att korrelationen mellan träd och skada beror mer på trädets ålder, växtförhållande och rotvolym än arten (Randrup, et al., 2001).

Randrup, et al. konstaterar även att val av jord inte har betydelse för om det uppstår eller inte uppstår en rotskada på intilliggande infrastruktur. Studien visar att konflikter förekommer i lika stor utsträckning i lerig och sandig jord samt både vid låg och hög mullhalt. Det som har betydelse är hur packad jorden är. Det uppstår färre konflikter i mjuk/lös jord än hos tät/hård gjord. Jordtypen har därav ingen betydelse, men det har visats att det uppstår fler skador på trottoarer av asfalt än av betong (Randrup, et al., 2001).

I en studie av Larsson, Niska och Erlingsson (2022) konstaterade ett samband mellan temperatur och förekomsten av rotskador. Studien visade att städer med ett mildare klimat hade fler problem med rotinträngningar (Larsson, et al., 2022).

2.4.4 Åtgärder och kostnader

Rotinträngningar är ett av de största drift- och underhållsproblemen som kan ha svåra och kostsamma åtgärder. Det bästa hade varit att varit att förhindra att en rotskada uppstår från början. För att hindra rötter från att växa in i konstruktionen måste bättre förutsättningar skapas. Detta kan göras genom att bygga in en rotspärr mellan konstruktionen och trädet samt att bygga skelettjord som ökar jordvolymen. I själva uppbyggnaden av cykelbanan skulle en genomsläpplig beläggning kunna användas, mer om detta i 2.4.4.3 *Genomsläpplig beläggning* (Niska, 2011; Wallberg, et al., 2010; Luke, et al., 2011).

Om det redan har orsakats en rotskada finns några olika lösningar. En är att kapa roten och lägga en rotspärr. Ifall det inte finns möjlighet att åtgärda rotskadan skulle en lösning vara att helt och hållet flytta gång- och cykelbanor eller enbart att leda om själva cykeltrafiken. Dessa alternativ är dock inte de lättaste att genomföra. Det billigaste alternativet är att ta bort träd och rötter, men det skulle ge en stor förlust av upplevnadsvärdet. Det bästa skulle vara att öka den rotningsbara volymen och bygga till skelettjord (Niska, 2011).

Kostnader för underhåll av gång- och cykelbanor varierar kraftigt mellan kommunerna runt om i Sverige. Det är ofta svårt att få fram exakta kostnader som kommuner avsätter för gång- och cykelbanor, eftersom dessa vanligtvis inte redovisas separat från övriga underhållskostnader av vägnätet (Niska, 2006). Malmö stad lägger årligen 26,7 miljoner kr för underhåll på cykelbanor. Detta är ett medelvärde på vad det kostar att riva upp och lägga ny asfalt på cykelbanor (Ramboll, 2024).

2.4.4.1 Rotspärr

Det ultimata scenariot vore att förhindra att rotinträngningar uppstår. En effektiv metod för att förebygga rotinträngningar är att installera en rotspärr mellan vägen och den intilliggande jorden. Rotspärren kan utgöras av en fiberduk eller non-woven geotextil. Åtgärden försvårar rötters inträning i vägkonstruktionen samtidigt som den bidrar till att separera bärlagret och undergrundsmaterialet. Metoden kan även användas efter att rotskada har uppstått. Rötterna kapas och en rotspärr installeras för att minska risken att rötterna växer in i cykelbanan igen (Wallberg, et al., 2010; Niska, et al., 2011). I Figur 5 finns exempel på installation av fiberduk och rotspärr. Den vänstra bilden visar en installation av en vit fiberduk. Fiberduken är permeabel, det vill säga att den släpper igenom vatten, men förhindrar blandning av bärlager- och undergrundsmaterial. Till höger är det installation av en svart rotspärr, vilken består av gummi och är tjockare än fiberduken och är icke-permeabel. Både fiberduken och rotspärren används för att begränsa rötters inträning i vägar, men rotspärren är mer effektiv.

Flera olika lösningar har testats för att hindra rötter från att växa in i vägen. En metod är att lägga en rotspärr som har kopparnät eller koppartråd invävd i geotextilen. Hittills, på kort sikt, har det inte visat på några positiva resultat och det är fortfarande för tidigt att avgöra ifall det funkar på lång sikt. När det kommer till VA-ledningar har olika geotextiler testats, men det har gett ett varierande resultat som beror på växtbädden (Adlers, 2010).



Figur 5: Vänster bild visar installation av fiberduk (vit) och höger bild rotspärr (svart).

2.4.4.2 Växtbäddsrenovering

Rotinträngningar uppstår på grund av begränsat utrymme, alltså för liten rotningsbar volym (Randrup, et al., 2001). Om träd har en för liten rotningsbar volym kan växtbäddsrenovering vara en lösning för att öka volymen. Principen går ut på att byta ut det kompakterade bär- och förstärkningslagret mot en växtbäddsvolym. Det kan vara en skelettjord, som i sådana fall agerar som ett rotvänligt bärlager. Upptill läggs en genomsläpplig beläggning för att dagvatten ska kunna infiltrera ner till skelettjorden (Embrén, et al., 2009). Utformningen av den nya växtbädden beror på utbredningen av rotsystemet, platsens gestaltning och den påkomna skadan (Stockholms stad, 2018). Figur 6 (vänster bild) visar hur rötter kan sprida ut sig i en växtbädd.

Vid renoveringen av växtbäddar är det viktigt att vara försiktig för att inte rötterna ska skadas (Embrén, et al., 2009). Skador på rotsystemet kan leda till röta. För att minimera skador under schaktningsarbete kan vakuumschaktning och tryckluftslansar användas vid större schaktning. Figur 6 (höger bild) visar hur vakuumschaktning ser ut. Denna teknik är rotvänlig, men kan orsaka små skador på rötter (Stockholms stad, 2018). Även traditionell maskinschaktning och handschaktning, vid mindre arbeten, kan användas (Stockholms stad, 2018; Embrén, et al., 2009). Om rötterna lämnas exponerade mer än en timme innan återfyllnad är det viktigt att de förblir fuktiga och skyddas mot kyla. Speciellt de mindre och tunnare rötterna är känsliga för köld- och torkskador jämfört med grövre rötter. Som skydd kan rötterna täckas med presenning eller likande (Stockholms stad, 2018).

Vid schaktarbete behöver nästan alltid rötter kapas. För att minimera skador på trädet ska kapning av rötter ske efter vissa kriterier och alltid i samråd med beställaren (Embrén, et al., 2009). För att roten ska läka snabbt och bilda nya rötter ska beskärning utföras med ett rakt snitt (Stockholms stad, 2018). Innan växtbädden återfylls är det viktigt att luckring av terrassen genomförs. Detta kan göras med tryckluft. När terrassen är hårt kompakterad och det inte finns några större rötter kan det även genomföras mekaniskt med grepredskap (Embrén, et al., 2009). Med en större växtbädd ges trädet bättre förutsättningar att etablera sig, eftersom rötterna kan utvecklas mer fritt utan att komma i konflikt med den omkringliggande infrastrukturen.

Utöver användningen av växtbäddsrenovering vid för lite rotningsbart utrymme används den även som åtgärd när trädets tillväxt hämmas av kompakterad mark. Lösningen används även för träd som har stått i en uppfyllad mark som ska bytas till ett luftigare material. Växtbäddsrenovering kan vara att föredra över att ersätta med ett nytt träd och växtbädd (Stockholms stad, 2018).



Figur 6: Vänster bild, rötter som spritt ut sig i en växtbädd (Pysslinggatan, 2025-00-03). Höger bild, vakuumschaktning används för att på ett säkert sätt ta bort jord i växtbädd (Pysslinggatan, 2025-00-03).

2.4.4.3 Genomsläpplig beläggning

En genomsläpplig beläggning kan användas vid hårdgjorda ytor för att tillåta vatten att ta sig genom överbyggnaden ner till de nedre lagren, där vattnet antingen förvaras för senare användning, långsammare avrinning till underliggande jord eller leds bort till VA-ledningar (Luke, et al., 2011). Dränerande asfalt är en typ av genomsläpplig beläggning. Utöver den dränerande effekten har genomsläppliga beläggningar en bullerdämpande effekt, vilket är uppskattat i trafikerade ytor (Wågberg, 2004). En konsekvens av denna typ av konstruktion är däremot att rullmotståndet blir större för cyklister, vilket beror på den större andelen grövre kornfraktioner och den lägre styvheten i massan jämfört med tät asfaltbetong (Rothhämel, 2022; Sun, et al., 2024).

Från en undersökning av Luke, et al. (2011) konstaterades att träd som planteras vid permeabel beläggning har större tillväxt än träd som planteras vid icke permeabel beläggning. Permeabel beläggning testades med olika beläggningsunderlag och bärlager. Slutsatsen visade på att den permeabla beläggningen släpper igenom regnvatten som kan ta sig ner igenom vägen till de underliggande rötterna. Om en fiberduk placeras mellan vägen och den intilliggande jorden agerar denna som en rotspärr och hindrar rötterna från att nå in i vägen. Samtidigt skulle det skapa bättre förutsättningar för hälsosammare träd (Luke, et al., 2011). I fortsatta studier av Lucke och Beecham visas att gatuträd som planteras vid permeabel beläggning och har ett tillräckligt djupt grusbärlager uppmuntrar tillväxt av rötter samtidigt som ingen skada på beläggningen förekommer. I de fall där permeabel beläggning användes utan grusbärlager påkom det lyftning av marken. Detta skiljer sig från permeabel beläggning med ett grusbärlager på 100 mm djup, som i stället hade minimalt med skador. Inga skador fanns med grusbärlager på 300 mm djup, vilket också uppmuntrade till tillväxt av rötter. Den permeabla beläggningen var tillräcklig för att tillföra syre, näring och vatten till undergrunden för att påverka rottillväxten (Lucke & Beecham, 2019).

För att behålla de dränerande- och bullereffekterna som genomsläpplig beläggning har samt undvika stensläpp är underhåll av vägen avgörande. Det finns nämligen risk för porerna i beläggningen att täppas igen av finkorniga material. På motorvägar sker rengöring och spolning av porerna av sig själv eftersom vägen har hög trafik och hastighet. Inne i stadstrafik är det annorlunda på grund av att gångtrafik inte bidrar till rengöring. Detta kan leda till att vägens funktionella livslängd på slitlagret minskar snabbare än den fysiska livslängden. I stadstrafik kan det därför vara fördelaktigt att rengöra beläggningen med högtrycksspolning för att behålla den bullerdämpande och dränerande effekten. Vid underhåll under vintern i form av saltning för halkbekämpning krävs ytterligare anpassningar, exempel genom större saltgivning och tätare saltintervall. Problemet är att saltlösningen rinner ner i beläggningen i stället för att ligga kvar uppe på, vilket leder till mindre effektiv preventiv saltning (Wågberg, 2004).

2.5 Studiens parametrar

Från litteraturstudien valdes följande parametrar ut för vidare analys:

- Trädart: I litteraturstudien framkom både faktorer som talade för och emot att trädarten har betydelse för rotinträngningar.
- Trädets stamdiameter: Litteraturstudien visade på ett samband mellan rotinträngning och trädets stamdiameter.
- Ålder på trädet: Även om litteraturstudien främst lyfter fram stamdiameterens betydelse finns det en tydlig koppling mellan trädets storlek och dess ålder, vilket gör ålder till en relevant parameter att undersöka.
- Trädets vitalitet: Eftersom rotinträngningar förekommer på vissa platser, men inte på andra är det intressant att undersöka om trädets hälsotillstånd har betydelse för förekomsten av rotinträngningar.
- Om trädet eller cykelbana anlades först: Träd som planterades innan cykelbanan anlades kan ha utvecklat ett mer naturligt och utbrett rotsystem. Omvänt kan träd som planterades efter cykelbanans anläggning ha fått begränsat utrymme för rotutveckling.
- Avstånd mellan träd och cykelbana: I litteraturstudien identifierades ett intensivt konfliktområde mellan 3 och 7 m från trädet, där risken för konflikter mellan rötter och infrastruktur är stor. Det är därför relevant att undersöka om detta även gäller för rotinträngningar i Malmö.
- Markbeläggning kring trädet: Det är sedan tidigare känt att parkträd generellt har bättre växtförhållanden än gatuträd. Det är därför av intresse att undersöka om detta även påverkar förekomsten av rotinträngningar i Malmö.
- Växtbädden uppbyggnad: Utifrån den historiska översikten över hur Malmö stad har konstruerat växtbäddar är det relevant att undersöka om den ökade förståelsen för trädens behov har haft en positiv effekt.
- Cykelbanans uppbyggnad: På samma sätt som för växtbäddar är det intressant att undersöka om utvecklingen av standarder och konstruktioner för cykelbanor har haft en positiv inverkan på deras livslängd och motståndskraft mot rotinträngningar.

3 Metod

I följande avsnitt presenteras metoden. En kombination av litteraturstudie, datainsamling och analytiska metoder tillämpades för att besvara studiens frågeställning. Litteraturstudien och datainsamlingen genomfördes parallellt under arbetet och analysen genomfördes därefter.

3.1 Datainsamling

3.1.1 Skadeinventering i Malmö stad

Examensarbetet baserades på data från en skadeinventering av Malmö stads cykelbanor som genomfördes år 2024. Inventeringen utfördes av Ramboll från en beställning av fastighets- och gatukontoret. För asfaltbelagda gång- och cykelbanor gjordes en skadeinventering med ett antal skadeparametrar i 25-meters intervaller. Utöver rotskador inventerades även sju andra skadetyper. Bedömningen av skadorna gjordes utifrån utbredning och fyra svårighetsgrader:

0. Skadefri
1. Lätta skador som inte kräver omedelbara insatser
2. Betydande skador som kan behöva åtgärd i närtid
3. Omfattande och allvarliga skador som kräver omedelbar åtgärd

Inventeringen genomfördes med ett anpassat fordon och skadorna registrerades manuellt efter upptäckt. En bild togs med frontkameran i start- och slutpunkt samt var 5:e m. Varje delsträcka tilldelades ett nummer, vilket tillsammans med riktning noterades på kartunderlaget (Ramboll, 2024). Från skadeinventeringen konstaterades det att det fanns 669 platser där det har skett rotinträngning.

3.1.2 Träddata

Data för träden hämtades från fastighets- och gatukontoret i Malmö stads interna webbkarta, FGK-kartan. Malmö stad använder sig av mMap, ett datasystem som sammanställer geografisk information med förvaltningens information (Malmö stad, u.å.b). Denna information uppdateras löpande medan det sker en pågående inventering av alla 90 000 träd i Malmö. Under denna inventering bedöms bland annat trädens mående (Pettersson, 2026). Information som användes i examensarbetet var när trädet senast inventerades, när trädet planterades och vilken art det är. Även information om trädets vitalitet och diameter användes.

3.1.3 GIS-analys

Därefter användes programmet QGIS för att koppla samman data om rotskadan med träden. Data för rotinträngningar och träd importerades till QGIS, varefter endast träd inom 20 m avstånd från skadan inkluderades. Bilder från skadeinventeringen användes för att avgöra vilket träd som har orsakat skadan. När detta inte kunde fastställas från bilder genomfördes en egen kompletterande inventering. Träd utanför radien på 20 m registrerades manuellt i Excel. I QGIS togs även avstånd från träd till cykelbana samt positioner för luftningsbrunnar fram. Antalet rotskador inom en radie på 20 m från luftningsbrunn togs också fram.

3.1.4 Ritningsarkiv

Under GIS-analysen identifierades cykelbanor som var särskilt drabbade för rotskador. I dessa fall hämtades ritningar över konstruktionerna i Malmö stads interna ritningsarkiv för att studeras närmare. Detta genom att söka på gatans namn och på GC-väg i arkivet. För att veta när det senast gjordes något med cykelbanan användes FGK-kartan, där det registreras när det senast lades på ett slitlager på banan. I ritningsarkivet prioriterades den senaste ritningen för gång- och cykelbanan. På de cykelbanor där det fanns få rotskador studerades inte uppbyggnaden närmare, eftersom det antogs vara ett specialfall för konstruktionen.

För äldre uppbyggnad av cykelbanor och växtbäddar i Malmö har ritningar från ritningsarkivet tagits fram. Dessa användes för att belysa hur Malmö stad historiskt har byggt upp sina cykelbanor under 1900-talet, vilket är relevant i de fall där cykelbanor som undersöks är konstruerade under tidigare år, där dagens standard inte gäller.

3.1.5 Egen inventering

En egengjord inventering av de 669 platserna från skadeinventeringen genomfördes för en säkrare bedömning av vilket träd som har orsakat skadan i cykelbanan. Inventeringen utfördes genom fältbesök till varje plats. Vid varje plats mättes avstånd från trädets stam till början av rotskadan som var längst ifrån trädet, det vill säga där konflikt mellan rot och asfalt började. I de fall flera rotskador orsakades av samma träd, mättes det största avståndet. Mätningarna utfördes med mätjul eller måttband beroende avståndets längd.

Eftersom vissa träd inte har inventerats av Malmö stad på flera år kompletterades datainsamlingen med mätning av stammens omkrets samt en vitalitetsbedömning. Stamomkretsen mättes med måttband i brösthöjd, ca 1,3 m från marken, varefter stammens diameter beräknades. Vitalitetsbedömningen genomfördes i samråd med landskapsingenjör. Bedömningen baseras på kronans täthet, ifall det fanns levande toppskott samt trädets tillväxt sedan plantering. Vitaliteten klassificeras i fyra nivåer, där klass 1 motsvarar god vitalitet. Det betyder att det kan förekomma skador på trädet, men att det fortfarande har god tillväxt. Den lägsta vitaliteten är klass 4, vilket innebär att trädet är i mycket dåligt skick och har mycket dålig vitalitet (Östberg & Rowicki, 2022).

Platser där det, med säkerhet, inte gick att avgöra vilket träd som orsakat skadan exkluderades. Även platser där skadan orsakats av buskar, gräs eller träd på privat/icke-kommunal mark togs bort. Det förekom också att cykelbanor har lagats, varav skadorna inte fanns kvar på platsen och kunde därmed inte mätas. Totalt exkluderades 227 platser på grund av dessa anledningar, antal använda platser till analysen blir 442. Anledningarna till att platser exkluderades finns i Tabell 4.

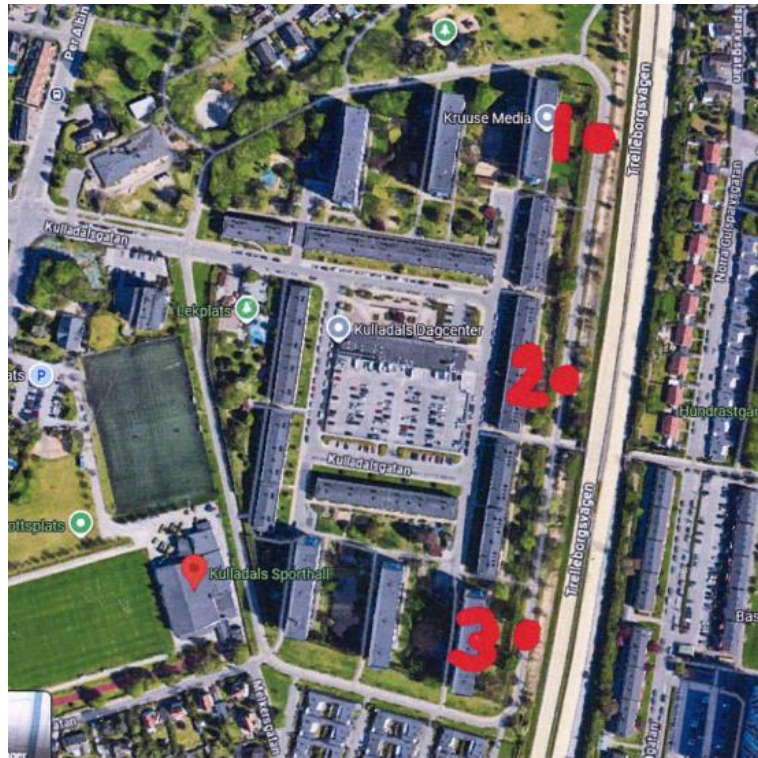
Tabell 4: Anledningen och antal platser som exkluderades.

Anledning till exkludering	Antal
Byggarbetsplats	2
Cykelbana lagad	80
Ej träd	17
Ej träd hos fastighets- och gatukontoret	43
Grönområde	18
Hittade ej rotskadan	19
Kan ej avgöra	38
Kunde ej mäta	2
Nytt träd	3
Träd borttaget	5
Total	227

Tabell 4 visar att den vanligaste orsaken till att platser exkluderades var att cykelbanan hade reparerats efter skadeinventeringen 2024. Den näst vanligaste orsakerna var att träden inte förvaltades av fastighets- och gatukontoret samt att det på plats inte gick att avgöra vilket träd som hade orsakat skadan.

3.1.6 Borrprov

För en av cykelbanorna med ett stort antal rotinträngningar, Kulladalsgången, saknas ritningar. På grund av det beställdes tre borrprov av denna cykelbana. Borrproven togs på tre ställen enligt Figur 7.



Figur 7: Borrprovens positioner vid Kulladalsgången.

3.2 Analys

Detta avsnitt beskriver hur den insamlade datan bearbetades och analyserades. Först genomfördes analyser för respektive parameter genom avläsning och jämförelse av resultaten. För att undersöka samband mellan flera av parametrarna genomfördes sedan statistiska analyser. Slutligen analyserades även konstruktionernas betydelse.

3.2.1 Parametrar som analyseras

Från inventeringen användes 442 platser för analys av träden och rotskadan. Databehandlingen genomfördes i Excel. Vid analys av stamdiameter användes huvudsakligen de värden som registrerades under inventeringen, med undantag för enstaka fall där mätningar bedömdes som felaktiga.

Analys av trädens vitalitet baseras på en kombination av bedömningen från den aktuella inventeringen samt tidigare bedömningar av Malmö stad. Detta eftersom vissa saknar en uppdaterad vitalitetsbedömning, i vissa fall äldre än 10 år, medan bedömningarna från inventeringen endast har genomförts i samråd med landskapsingenjör. För att säkerställa en enhetlig och tillförlitlig bedömning valdes de värden som bedömdes mest trovärdiga för respektive träd. Vid osäkerhet användes Malmö stads bedömning framför den som gjordes i den aktuella inventeringen. Följande parametrar analyserades även: planteringsår, avstånd till rotskada, art, funktionsbeskrivning och avstånd till cykelbana.

Utöver detta analyserades data för samtliga träd i Malmö för att möjliggöra jämförelse med värdena för rotskadorna. Det bör noteras att dessa data kan innehålla träd som inte längre finns, exempelvis borttagna men fortfarande registrerade träd eller träd med äldre inventeringsdatum. Detta innebär att viss information kan vara inaktuell, men inkluderas i analysen för att möjliggöra jämförelser.

3.2.2 Statistisk analys

Den statistiska analysen genomfördes i RStudio och omfattade faktoranalys och regressionsanalys. Analyserna utfördes med variablerna stamdiameter, vitalitet, avstånd till cykelbana, avstånd till rotskada och planteringsår som beräknades om till ålder. Den statistiska analysen utfördes inte för cykelbanans uppbyggnad och växtbäddens utformning eftersom dessa variabler endast var tillgängliga för nio cykelbanor, medan data för övriga analyserade variabler fanns tillgängliga för samtliga cykelbanor med rotinträngningar i Malmö.

3.2.2.1 Faktoranalys

Faktoranalys användes för att identifiera ett bakomliggande samband i form av latent faktor som kunde förklara samvariationen mellan flera variabler i studien. Detta gjordes genom att analysera korrelationerna mellan variablerna och undersöka om en gemensam underliggande dimensionering kunde identifieras i stället för att behandla variablerna som separata fenomen. Ju högre laddning en variabel hade desto mer förklarade den fenomenet (Sundell, 2011). Faktoranalysen genomfördes med maximal sannolikhetsestimering. Genom att undersöka hur variabler samvarierade och hur de grupperade sig i faktorstrukturen identifierades två möjliga faktorsamband fram.

3.2.2.2 Regressionsanalys

Regressionsanalys användes för att undersöka samband mellan en beroende variabel och flera oberoende variabler. Detta gjordes genom att skatta hur förändringar i de oberoende variablerna påverkade den beroende variabeln, vilket möjliggjorde en kvantifiering av både riktning och styrka i sambandet (Sundell, 2009). I analysen användes avståndet till rotskadan som beroende variabel, medan stamdiameter, vitalitet, avstånd till cykelbana och vitalitet som oberoende variabler. För studien genomfördes en multipel linjär regressionsanalys.

3.2.3 Konstruktion

Genom användning av FGK-kartan togs äldre flygfoton fram för de utvalda cykelbanorna. Syftet var att få en uppfattning om när cykelbanan och träden anlades på platsen, vilket underlättade sökandet efter ritningar. Arbetet öppnade även upp för att undersöka och analysera vad som anlades först på platsen och ifall det har en betydelse för rotskador.

Analysen av konstruktionens uppbyggnad baserades på ritningar och borrhov, vilket gav information om cykelbanans och växtbäddens uppbyggnad samt använda material. Genom ritningarna identifierades standardkonstruktioner från olika årtionden och vägar med omfattande rotskador analyserades särskilt för att undersöka sambandet mellan konstruktion och omgivning. Även placeringen av luftningsbrunnar analyserades för att undersöka om skelettjord kan påverka rotinträngning.

Lagertjocklekar, material och konstruktionens och växtbäddens uppbyggnad studerades för att identifiera möjliga samband med förekomsten av rotskador.

4 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet från studien. I den första delen redovisas vilka platser som har använts i studien samt en överblick över Malmö stads cykelbanor och träd. Den andra delen visar korrelationer mellan skador och trädens egenskaper i form av diagram och tabeller. Den tredje delen beskriver hur Malmö har konstruerat cykelbanor och växtbäddar vid några utvalda cykelbanor.

4.1 Valda platser för analys

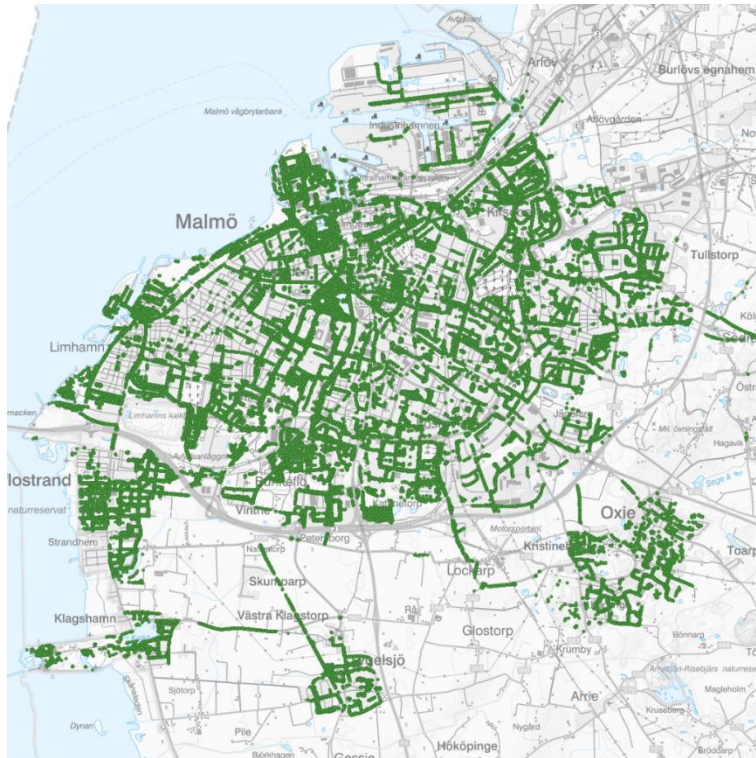
Från skadeinventeringen som genomfördes år 2024 framkom att det fanns 669 platser i Malmö med rotinträngningar, se Figur 8. Figuren visar en karta över Malmö där de identifierade rotinträngningarna redovisas. Färgerna, gul, orange och röd, motsvarar de tre skadeklasserna 1, 2 och 3 som beskrivs i avsnitt 3.1.1 *Skadeinventering i Malmö stad*.



Figur 8: Karta över rotinträngningar på asfalterade gång- och cykelbanor med skadeklass 1–3, som motsvaras av gul, orange och röd (GIS-kartan).

Karta över samtliga cykelbanor i Malmö visas i Figur 9, medan en karta över stadens träd visas i Figur 10. Cykelbanorna representeras av orangea linjer och de röda och orangea punkterna är tunnlar och broar. Trädens positioner visas som gröns punkter.





Figur 10: Alla träd i Malmö stad (GIS-kartan).

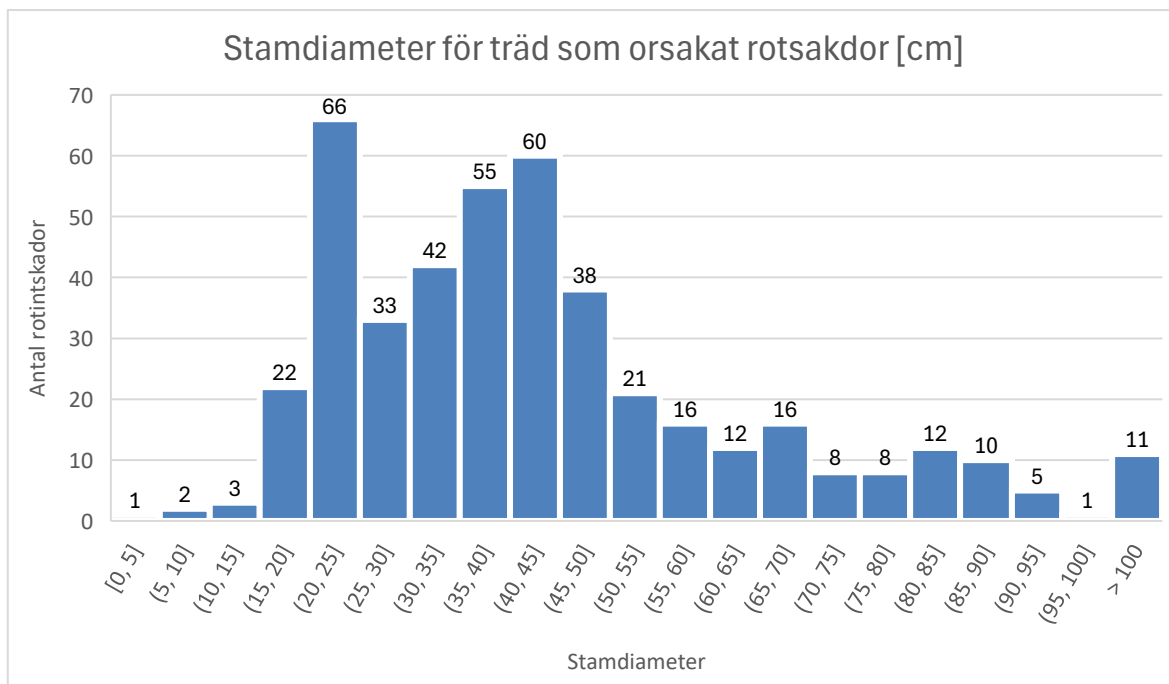
Figur 9 visar att cykelbanor är utbredda över stora delar av Malmö. Områden med relativt få cykelbanor återfinns bland annat i Norra Hamnen och Limhamn, medan Västra och Södra Malmö utmärker sig med en högre koncentration av cykelbanor. Även de centrala delarna av staden har god tillgång till cykelinfrastruktur. Figur 10 visar samtliga träd i Malmö. Figuren indikerar att trädtheten är hög i de centrala delarna av staden, särskilt i parker. En stor andel av träden är även planterade längst med vägar, vilket bidrar till en omfattande förekomst av träd i gatumiljö.

4.2 Resultat av analys

Resultatet som togs fram från de kvarstående 442 platserna presenteras i två delavsnitt. Det första avsnittet innehåller diagram över trädens olika egenskaper samt avståndet till rotskadan. Andra avsnittet redogör för hur cykelbanan och växtbäddarna är uppbyggda. All data om platserna finns i *Bilaga 2*.

4.2.1 Parametrar från inventeringen

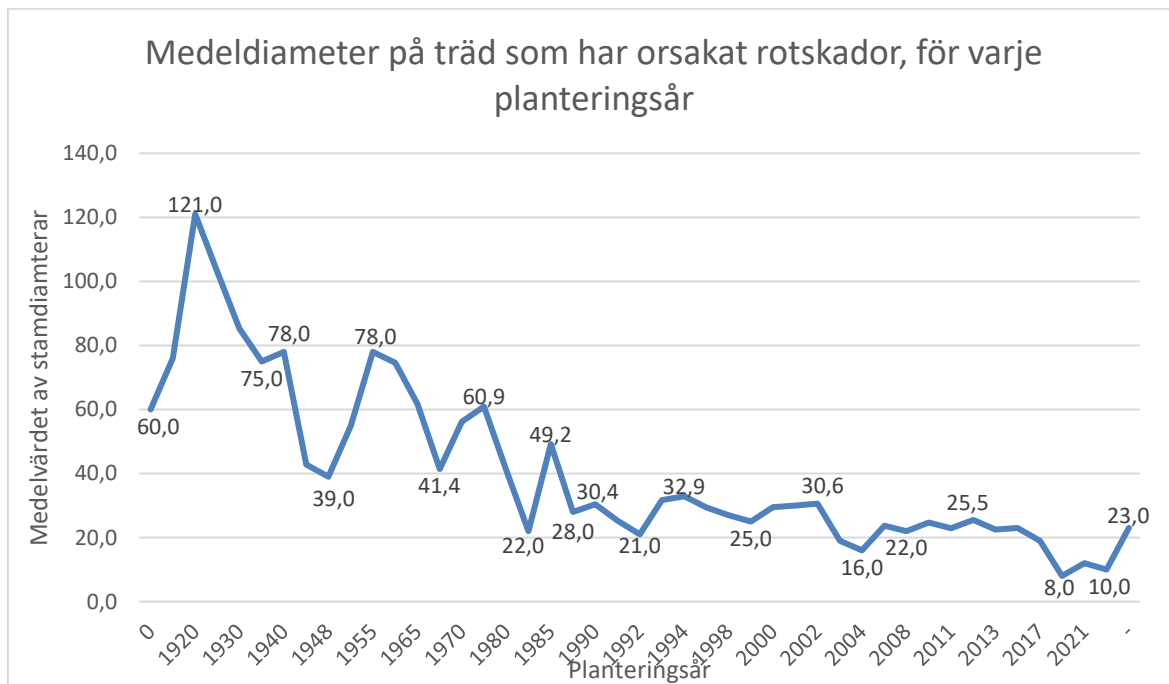
Uppmätt stamdiameter för träden från inventeringen redovisas i Figur 11. Stamdiametern presenteras i intervall om 5 cm, där alla träd över 100 cm samlas i ett gemensamt intervall.



Figur 11: Stamdiametern för träden som orsakat rotskador.

Figur 11 visar att majoriteten av rotinträngningar sker av träd med en stamdiameter mellan 15 och 50 cm, med särskilt höga antal i intervallen 20–25, 35–40 och 40–45 cm. Av alla rotinträngningar har 98,6 % en stamdiameter över 15 cm.

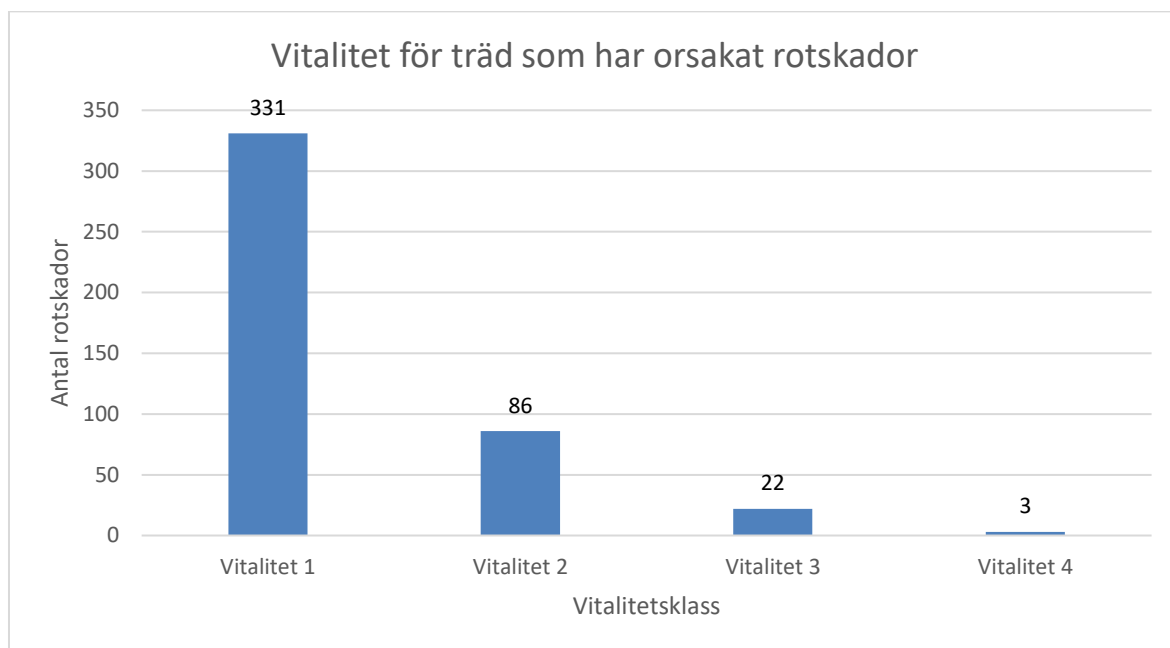
Medelvärdet för varje planteringsår har tagits fram i Figur 12.



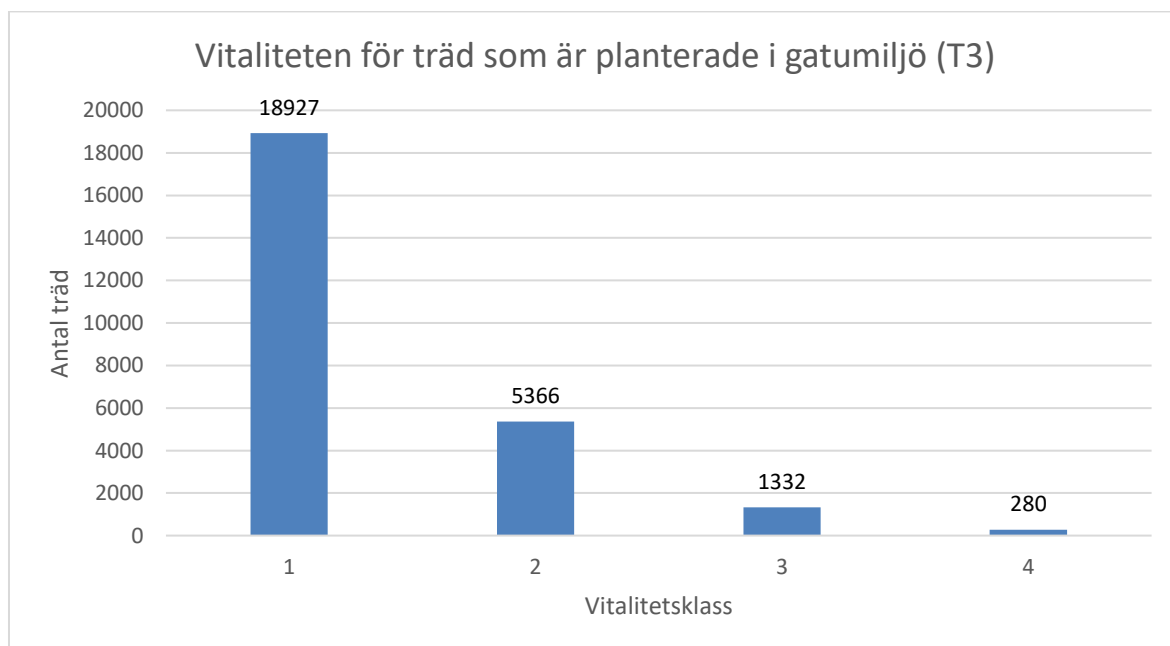
Figur 12: Medelvärdet på stamdiametern med planteringsår för träd som har orsakat rotskador.

Figur 12 visar att medelvärdet på stamdimetern generellt ökar ju längre trädet har varit planterat. Ett undantag är träd som är planterade mellan 1945 och 1950, där stamdiametern är mindre än vad den generella trenden indikerar. Det är inte klarlagt vad det beror på. Resultatet är i övrigt sannolikt eftersom äldre träd har haft längre tid på sig att växa.

Resultatet från den egna vitalitetsbedömningen samt Malmö stads bedömning av de träd som orsakat rotskador har sammanställts och presenteras i Figur 13. För att kunna göra en bedömning av vitaliteten tas den även fram för alla träd som är planterade i gatumiljö i Malmö, se Figur 14.



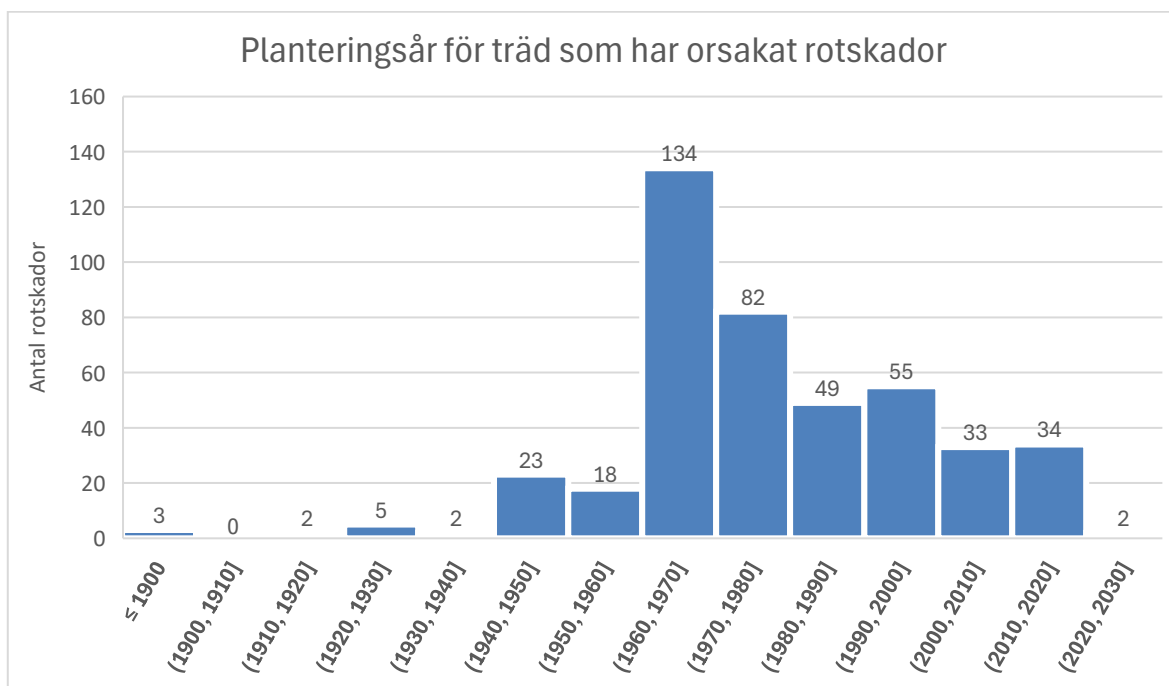
Figur 13: Vitalitet för träden som har orsakat rotskador.



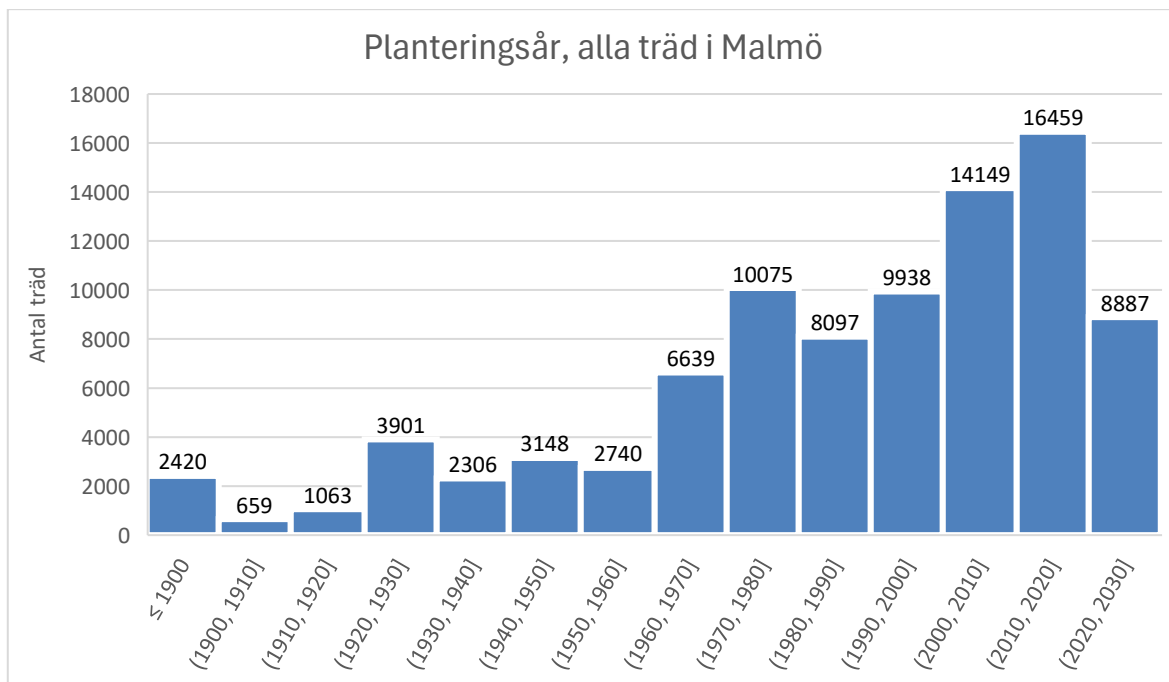
Figur 14: Vitalitet för träd som är planterade i gatumiljö.

Av Figur 13 framgår att de flesta träd som orsakar rotinträngningar har vitalitet 1, det vill säga en god vitalitet. Antalet träd med vitalitet 2 och 3 är betydligt lägre, och endast ett fåtal har vitalitet 4. Figur 13 och Figur 14 visar samma trend, vilket innebär att majoriteten av alla träd i gatumiljö har god vitalitet, medan betydligt färre uppvisar vitalitet 2 eller högre.

Planteringsår för träd som har orsakat rotskador respektive samtliga träd i Malmö redovisas i Figur 15 och Figur 16.



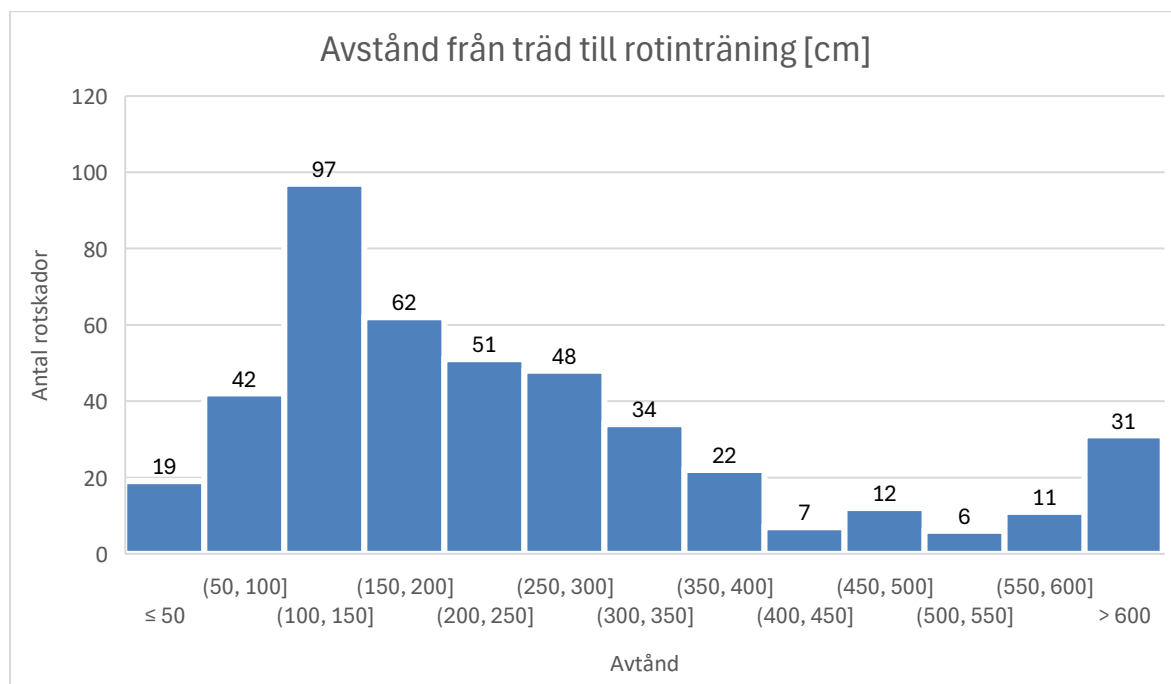
Figur 15: Planteringsår för träd som har orsakat rotskador.



Figur 16: Planteringsår för alla träd i Malmö stad.

Figur 15 och Figur 16 beskriver att flest rotskador, 49 %, har orsakats av träd som planterades under 1960- och 1970-talet. Under tidigare årtionden är antalet lägre. Efter 1970-talet är det en nedåtgående trend i antalet träd som orsakat rotskador trots det faktum att det varit en övergripande ökning av antal träd som planterats per årtionde i Malmö, med en mindre nedgång under 1980- och 1990-talet. Flest träd har planterats under 2000- och 2010-talet, medan antal rotskador är lägre för dessa år.

Avståndet från stammen till rotskadan som uppmättes under inventeringen redovisas i Figur 17, där avståndet presenteras i intervall om 50 cm.



Figur 17: Avståndet från trädstammen till rotinträngningen i cm.

Av Figur 17 blir det tydligt att flest rotskador registreras i intervallet 100–150 cm. Majoriteten av alla rotinträngningar skedde inom 400 cm från stammen. Efter 400 cm minskar antalet, och rotinträngningarna förekommer mer sällan. Inom ett 3 m intervall har 72 % av rotskadorna skett, medan inom 4 m är det 85 %.

Antal rotskador som varje art har orsakat redovisas i Tabell 5 och planteringsåren för de fem vanligaste arterna redovisas i Tabell 6.

Tabell 5: Antal rotskador varje art har orsakat.

Art	Antal av varje art	Procent [%]
Vitpil	129	29,2
Oxel	35	7,9
Platan	30	6,8
Silveroxel	28	6,3
Parklind	24	5,4
Hästkastanj	16	3,6
Goliatpoppel	15	3,4
Gulpil	15	3,4
Hybridalm	13	2,9
Fontänpil	12	2,7
Skogsek	11	2,5
Italiensk al	10	2,3
Naverlön	10	2,3
Robinia	10	2,3
Ask	8	1,8
Pelarpoppel	8	1,8
Skogslind	7	1,6
Svartpoppel	7	1,6
Svarttall	6	1,4
Lind	5	1,1
Jättevitoxel	4	0,9
Korallpil	4	0,9
Berlineral	3	0,7
Italiensk pelarpoppel	3	0,7
Korstörne	3	0,7
Skogslön	3	0,7
Tall	3	0,7
Apel	2	0,5
Fylldblommigt fågelbär	2	0,5
Häckpoppel	2	0,5
Kinesisk poppel	2	0,5
Rönn/Oxel	2	0,5
Asklön	1	0,2
Glanslind	1	0,2
Okänd	1	0,2
Pelarek	1	0,2
Pil/Vide	1	0,2
Rysk lön	1	0,2
Sötkörbär	1	0,2
Turkisk ek	1	0,2
Vejksel	1	0,2
Vårtbjörk	1	0,2

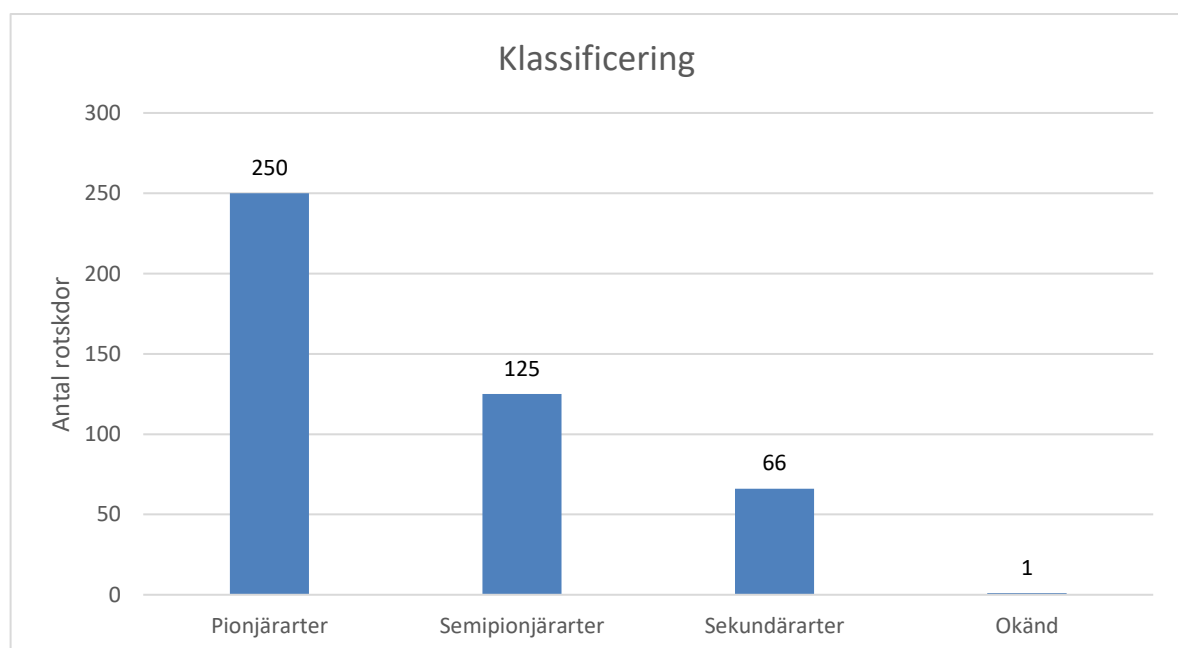
Tabell 6: De vanligaste arterna och vilka år de är planterade.

Vitpil	129
1940	1
1960	3
1968	57
1970	32
1975	18
1980	11
1982	1
1985	2
1990	2
2000	2
Oxel	35
1945	2
1960	1
1968	2
1985	2
1987	9
1990	4
1991	8
1992	1
1993	1
1994	1
1995	4
Platan	30
1970	8
1975	5
1980	6
1985	2
1990	1
1993	2
1994	1
2003	1
2009	4
Silveroxel	28
1994	12
2005	15
2022	1
Parklind	24
1930	1
1935	1
1945	8
1948	1
1950	1
1970	2
1975	2
1980	4
1985	2
1990	2

Av Tabell 5 och Tabell 6 framgår att den vanligaste arten är vitpil, som utgör 29,2 % av träden, och det är främst träd som planterades mellan 1968 och 1980 som har orsakat rotskador. Vitpilen är lättetablerad och har en mycket snabbtillväxt. Vid plantering ställer arten dock höga krav på god fuktighet och bör därför inte planteras i näringsfattiga eller torra miljöer. Vitpil har en omfattande rottillväxt, vilket gör att denna art inte rekommenderas i hårdgjorda miljöer (Sjöman & Slagstedt, 2015). Totalt har Malmö stad planterat 4918 träd av arten vitpil, knappt 2,6 % av dessa har orsakat rotskador.

Andra vanliga arter är oxel, som utgör 7,2 %, samt platan med 6,8 % och parklind med 5,2 %, vilka alla uppvisar en stor variation i planteringsår. Oxel är ett långsamväxande träd som tål torra miljöer och uppvisar god tolerans mot både värme och torka när den är väl etablerad i växtbädden. Dessa egenskaper gör arten särskilt lämplig i urbana miljöer. I Malmö planteras främst hybridplatan. Arten etablerar sig snabbt och har bred tolerans för olika markförhållanden. Den uppvisar dessutom god tolerans mot föroreningar i staden, som luftpartiklar och vägsalt. Platan kräver värme och klarar perioder av torka. Det finns begränsad information om parklindens tillväxt och tolerans, men den bör generellt inte planteras i varma och torra miljöer. Detta beror främst på ökad risk för angrepp av bladlöss. Silveroxel är också vanligt förekommande med 6,3 % och där främst träd som planterades 1994 och 2005 som har orsakat rotskador. Liksom oxel har silveroxel god värmeterolerans, men klarar endast kortare perioder av torka (Sjöman & Slagstedt, 2015).

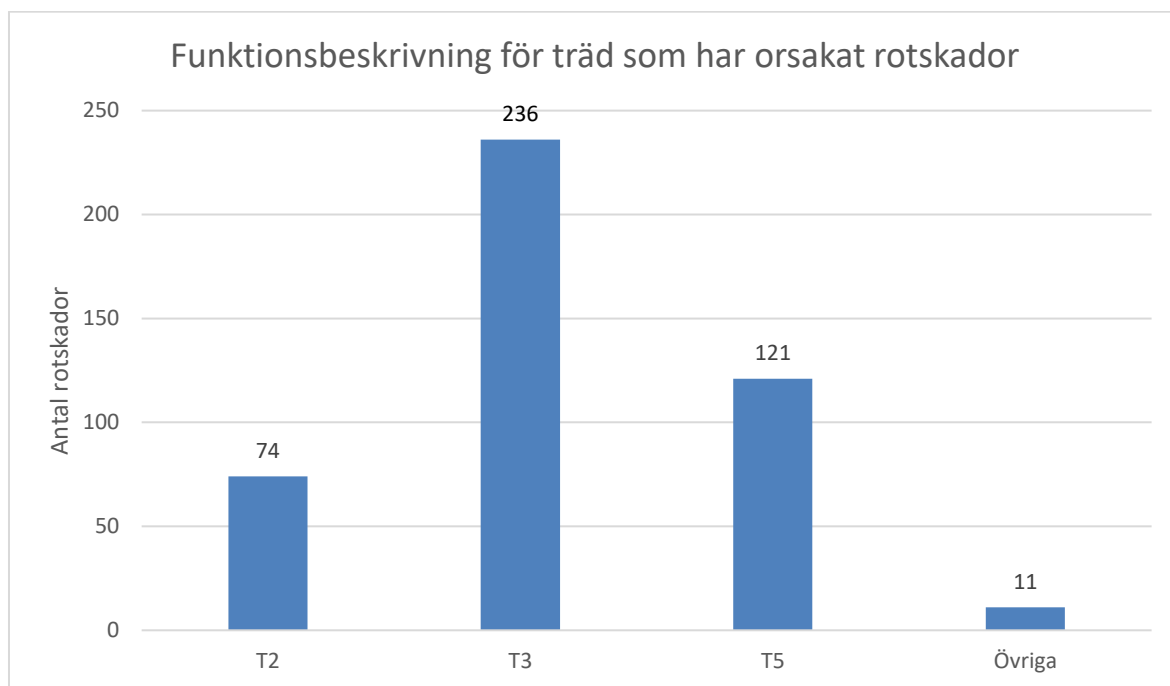
Alla arters klassificering som pionjärarter respektive sekundärarter har sammanställts och presenteras i Figur 18. Från *Stadsträdlexikon* av Henrik Sjöman och Johan Slagstedt (2015) kan det utläsas om olika trädarter har egenskaper som motsvarar pionjärarter, sekundärarter eller ett mellanting. I flera fall anges detta tydligt i boken, men i andra fall används tolkningar utifrån artens beskrivning, se *Bilaga 3* (Sjöman & Slagstedt, 2015).



Figur 18: Klassificering av träd som orsakar rotskador.

Figur 18 visar på att träd som orsakar rotskador klassificeras mest som pionjärarter, sedan som semipionjärarter och minst som sekundärart. Den okända klassificeringen är det trädet som har okänd art.

Träd planteras i olika urbana miljöer, där platsens utformning och användningsområden påverkar trädets förutsättningar. Funktionsbeskrivningen för de inventerade träden redovisas i Figur 19.



Figur 19: Funktionsbeskrivning för träd som har orsakat rotskador.

Figur 19 visar vilka funktionsbeskrivningar som förekommer i de fall där rotskador har uppkommit. Förklaring av funktionsbeskrivningarna presenteras nedan:

T2: Träd i parkmiljö, i bestånd eller solitärer.

T3: Träd i gatumiljö, planteras som solitärer, rader, grupper eller alléer.

T5: ”Stubbapilar”, pilar som beskärs till ”stubbpilsutseende” (Malmö stad, 2026a).

Av Figur 19 framgår att majoriteten av de träd som orsakar rotinträngningar är planterade i gatumiljö, T3. Den näst största andelen utgörs av träd som planterats i parkmiljö, T2. T5 utgör också en relativt stor kategori, men avser beskärningsform snarare än vilken miljö eller beläggning trädet är planterat i. I *Övriga* ingår träd som är planterade i skogsbestånd, återhämtade träd och särskilt skyddsvärda träd (Malmö stad, 2026a).

För de fem vanligaste arterna tas antalet av varje funktionsbeskrivning fram i Tabell 7.

Tabell 7: Funktionsbeskrivning för de fem vanligaste arterna.

Vitpil	129
T2: Träd i parkmiljö	7
T3: Träd i gatumiljö	2
T5: ”Stubbapilar”	120
Oxel	35
T3: Träd i gatumiljö	35
Platan	30
T2: Träd i parkmiljö	1
T3: Träd i gatumiljö	29
Silveroxel	28
T3: Träd i gatumiljö	28
Parklind	24
T2: Träd i parkmiljö	3
T3: Träd i gatumiljö	13
T7: Återhämlade träd	8

Av Tabell 7 framgår att T5 är den vanligaste funktionsbeskrivningen för vitpil. T5 beskriver dock hur trädet ska beskäras och ger ingen information om i vilken miljö trädet är planterat. Under inventeringen noterades att vitpil ofta förekom längs gator, vilket tyder på att arten i stor utsträckning är planterad i gatumiljö. Mot denna bakgrund kan det förväntas att funktionsbeskrivningen T3, som avser träd i gatumiljö, skulle vara vanligare för vitpil än vad som framgår av tabellen. De övriga fyra vanligaste funktionsbeskrivningarna avser arter som enligt beskrivningarna huvudsakligen är planterade i gatumiljö.

4.3 Statistiskt resultat

I detta avsnitt presenteras resultatet av faktoranalysen och regressionsanalysen som gjordes för variablerna stamdiameter, vitalitet, avstånd till cykelbanan, avstånd till rotskada och ålder.

4.3.1 Faktoranalys

Faktoranalysen fick fram två möjliga faktorer av variablerna. I Tabell 8 presenteras variablernas faktorladdning, den förklarade variansen för respektive faktor samt den kumulativa förklarade variansen för den totala faktorlösningen.

Tabell 8: Faktoranalys för rotinträngningar med faktorladdning för variablerna, den förklarande variansen en för respektive faktor samt den kumulativa förklarande variansen.

Variabel	Faktor 1	Faktor 2
Avstånd till rotskada	0,728	0,139
Stamdiameter	0,308	0,793
Vitalitet	0,109	0,318
Avstånd till cykelbana	0,888	-
Ålder	-0,148	0,780
Förklarade varians	0,289	0,273
Kumulativa förklarade variansen	0,562	

Tabell 8 visar att faktor 1 har tydliga laddningar för avstånd till rotskadan och avstånd till cykelbana, samt en svagare laddning för stamdiameter. Faktorn kan därför tolkas som en rumslig dimension som beskriver variation i avståndsrelationer i datamaterialet, där både cykelbana och rotskador ingår i samma rumsliga mönster i förhållande till träden. Faktor 2 uppvisar starka laddningar för stamdiameter och ålder. Detta indikerar en biologisk utvecklingsdimension kopplad till trädens storlek och ålder, medan kopplingen till de rumsliga variablerna är svag. Vitalitet uppvisar endast svaga laddningar och tycks inte vara tydligt kopplad till någon av de identifierade dimensionerna.

De två faktorerna förklarar tillsammans 56,2 % av den totala variansen, vilket indikerar att modellen fångar en betydande del av variationen i datamaterialet. Faktor 1 förklarar 28,9 % och faktor 2 förklarar 27,3 % av variansen, medan resterande variation inte fångas av faktorlösningen.

4.3.2 Regressionsanalys

Den multipla linjära regressionsanalysen genomfördes med avståndet till rotskadan som beroende variabel och de oberoende variablerna stamdiameter, vitalitet, avstånd till cykelbanan och ålder. Variablernas koefficient, p-värde och signifikans togs fram enligt Tabell 9.

Tabell 9: Regressionsanalys för rotskador.

Variabel	Koefficient	P-värde	Signifikant
Stamdiameter	3,81	$1,73 \cdot 10^{-7}$	Ja
Vitalitet	-22,73	0,466	Nej
Avstånd till cykelbana	10,26	$< 2 \cdot 10^{-16}$	Ja
Ålder	-1,94	0,002	Ja

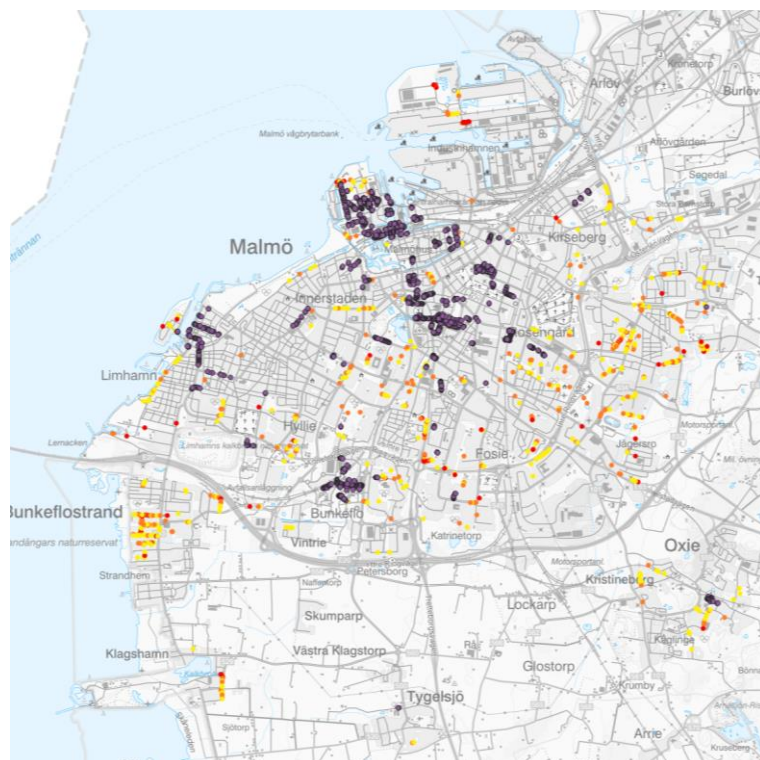
Tolkningen av den multipla linjära regressionsanalysen i Tabell 9 är att tre variabler uppvisar statistiskt signifikanta samband med avstånd till rotskadan: stamdiameter, avstånd till cykelbana och ålder. Stamdiameter och avstånd till cykelbana visade de starkaste positiva sambanden, vilket indikerar att större träd samt större avstånd till cykelbanan är associerade med större avstånd till rotskadan. Ålder uppvisar ett svagare men signifikant negativt samband med avståndet till rotskadan, vilket tyder på att äldre träd tenderar att ha rotskador närmare stammen. Vitalitet uppvisar inget statistiskt signifikant samband och påverkar inte skadans position.

4.4 Konstruktion

Detta avsnitt tar upp hur olika konstruktioner i Malmö inverkar på rotinträngningar. Först presenteras resultat kring skelettjordar, följt av ingående beskrivningar av cykelbanor och växtbäddar i områden med intressanta cykelbanor, insamlade från ritningar och borrhprov.

4.4.1 Skelettjord

Luftningsbrunnar kan indikera var skelettjordar, och i få fall luftigt bärlager, är anlagda i Malmö. Det finns även ytterligare skelettjordar utan luftningsbrunn som är anlagda innan 2010, när det blev standard att anlägga skelettjord med luftningsbrunn. Figur 20 visar var luftningsbrunnar samt rotskador finns runt om i Malmö stad.



Figur 20: Luftningsbrunnar (brun) och rotskador (röd, orange & gul).

Figur 20 visar att inga rotskador förekommer vid luftningsbrunnarna. Det indikerar att rotskador inte uppstår i skelettjordar som finns i anslutning till luftningsbrunnarna.

4.4.2 Sammanställning av utvalda cykelbanor

I detta avsnitt presenteras uppbyggnad och ritningar från nio utvalda cykelbanor med ett stort antal rotinträngningar. Vilka tidpunkter cykelbana och träd är anlagda, tjockleken och materialval av cykelbanan samt uppbyggnad av växtbädd analyserades.

4.4.2.1 Bunkeflostrand

Ett område som i hög grad är drabbat av rotskador är bostadsområdet i Bunkeflostrand, som utgörs av gatorna Norra vägen, Mittvägen, Tvärvägen och Södra vägen. På dessa fyra gator finns det totalt 64 rotinträngningar, där 59 är orsakade av vitpil och de övriga fem av rönn eller oxel. Från inventeringen kan det konstateras att träden är planterade 1968, förutom två som är planterade 1990. För att skapa en uppfattning om när cykelbana och träd kom till platsen har äldre flygfoton från 1973 och 1998 tagits fram, se Figur 21.



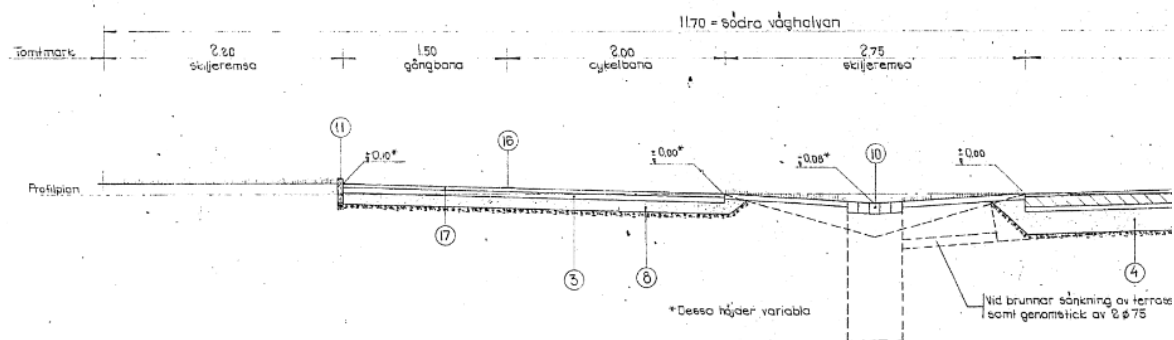
Figur 21: Äldre flygfoton över Bunkeflostrand, 1973 (vänster) och 1998 (höger).

Från äldre flygfoton, till vänster i Figur 21, kan det konstateras att området byggdes någon gång mellan 1960 och 1973 och utökades ytterligare 1998. Utifrån detta kan det konstateras att cykelbanor och träd har anlagts på platsen samtidigt.

I ritningsarkivet finns det ritningar från 1965 fram till 1988. Av ritningarna från 1965 har gång- och cykelbanans uppbyggnad tagits fram i Tabell 10 och ritningarna i Figur 22. Uppbyggnadens totala tjocklek är 185 mm och en variant av standarden för tidsperioden från mitten av 70-tal till 90-tal följs.

Tabell 10: Uppbyggnad av gång- och cykelbana i Bunkeflostrand, 1965.

Nr	Benämning	Material	Tjocklek [mm]
17	Beläggning	80 ABT 8	35
3	Obundet bärlager	-	50
8	Obundet bärlager	Naturgrus	100

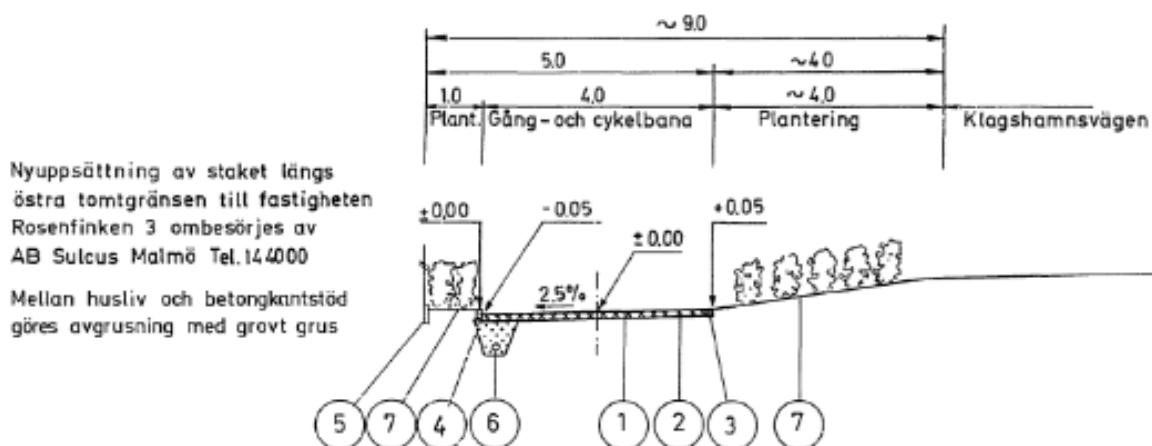


Figur 22: Ritning av gång - och cykelbana i Bunkeflostrand, 1965.

Från år 1973 finns ritningar på en annan gång- och cykelbana i området, som går längs Klagshamnsvägen, mellan Södra vägen och Norra vägen. Det framgår inte ifall cykelbanan är helt ny eller om den ersätter en befintlig bana. Just längs denna cykelbana finns tre rotinträngningar. Uppbyggnaden av gång- och cykelbanan finns i Tabell 11 och en bild över hur cykelbanan ser ut finns i Figur 23. Den totala tjockleken på cykelbanan är 174 mm och standarden för tidsperioden följs.

Tabell 11: Uppbyggnad av gång- och cykelbana mellan Södra vägen och Norra vägen, 1973.

Nr	Benämning	Material	Tjocklek [mm]
1	Beläggning	60 ABT 4	24
2a	Bundet bärlager	MM 5	50
2b	Obundet bärlager	0 – 40	100
3	Stödrad	Storgatsten	-
4	Kantstöd	Storgatsten	-
5	Kantstöd	Betongplatta 35x35x6	-
6	Dränering	4" tegelrör med styrningar Dräneringsgrus	400
7	Plantering	Matjord	200

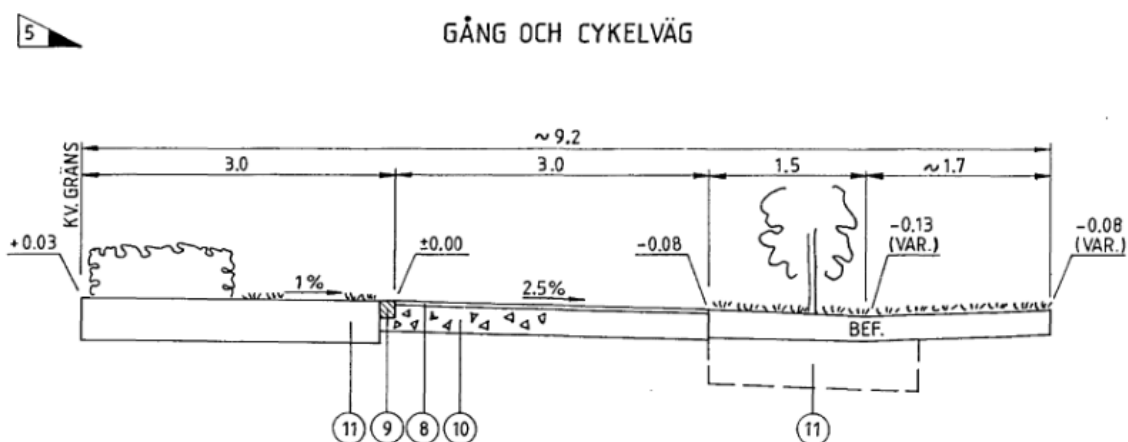


Figur 23: Ritning av gång- och cykelbana mellan Södra vägen och Norra vägen.

Från flygfotot från 1988 observeras att området norr om Norra vägen har byggts ut. I samband med detta har även nya gång- och cykelbanor konstruerats på den norra delen av Norra vägen, vilket bekräftas med ritningar från 1988. I Tabell 12 och Figur 24 finns uppbyggnad och ritningar för gång- och cykelbanan. Värt att nämna är att denna del av området endast har två av de 64 rotinträngningarna. Tjockleken på cykelbanan är 295 mm och standarden för tidsperioden följs delvis, med undantag för tjocklekarna som är större.

Tabell 12: Uppbyggnad av gång- och cykelbana på Norra vägen, 1988.

Nr	Benämning	Material	Tjocklek [mm]
8	Beläggning	100 MAB 12t	45
9	Stödrad	Slitlagergrus 0–20	35
10	Obundet bärlager	0–50	250
11	Plantering	Matjord + Grässådd Trädgrop 2x2x0,7 m ³	40



Figur 24: Ritning av gång- och cykelbana på Norra vägen, 1988.

År 2009 lades ett nytt slitlager på Tvärvägen, vilket konstateras med FGK-kartan. Slitlagret är av ABT 8 70/100 med en tjocklek på 25 mm. På Tvärvägens gång- och cykelbanor finns det 17 rotinträngningar. Det finns ingen mer information om Norra vägen, Södra vägen eller Mittvägen på kartan.

Cykelbanorna och växtbäddarna som har undersökts ovan beskriver olika delar av bostadsområdet; Norra vägen, Södra vägen, Tvär- och Mittvägen, sträckan längs Klagshamnsvägen samt den nya delen av Norra vägen. Eftersom alla sträckor har resulterat i rotskador analyseras alla vidare i diskussionen.

4.4.2.2 Klagshamn

Längs Slättängsvägen i Klagshamn finns det 13 rotinträngningar på ungefär 500 m, orsakade av arten silveroxel. Den kombinerande gång- och cykelbanan byggdes till när området i Klagshamn byggdes under tidigt 2000-tal, vilket visas på äldre flygfoton från 2004 och 2007 i respektive delfigur i Figur 25.



Figur 25: Äldre flygfoton av Slättängsvägen, 2004 (vänster) och 2007 (höger).

Slättängsvägen byggdes under 2005, där gång och cykelbanan byggdes enligt Tabell 13 och den åtskiljande gräsremsan mellan körbanan och gång- och cykelbanan enligt Tabell 14. Ritningar för cykelbanans uppbyggnad finns i Figur 26. Träden planterades i samband med byggnation av gång- och cykelbanan och trädgröparna som träden planterades i är konstruerade enligt Figur 27. Cykelbanans tjocklek är 300 mm och följer standarden för den tidsperioden.

I FGK-kartan finns inget registrerat om att vägen skulle vara ombyggd eller ha fått nytt slitlager sedan 2005. Observation från inventeringen är att det finns fler rotinträngningar längs cykelbanan än vad som registrerades under skadeinventeringen 2024.

4.4.2.3 Riseberga

I Riseberga längs Dammstorpsvägen, från korsningen vid Ringbergagatan och ca 300 m framåt, finns det 8 rotinträngningar. Träden är av art oxel och är planterade 1991. Genom att använda äldre flygfoton i FGK-kartan kan det konstateras att cykelbanan och träden konstruerades och planterades någon gång mellan 1960–1973. Figur 28, Figur 29 och Figur 30 visar äldre flygfoton från 1960, 1973 respektive 1998.



Figur 28: Flygfoto Dammstorpsvägen 1960.



Figur 29: Flygfoto Dammstorpsvägen 1973.

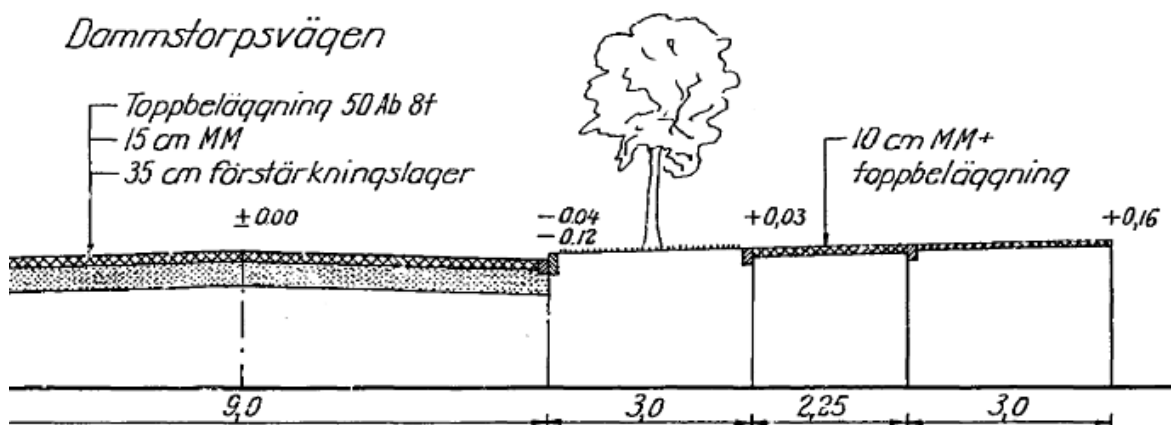


Figur 30: Flygfoto Dammstorpsvägen 1998.

I ritningsarkivet finns det ritningar från 1962, se Tabell 15 och Figur 31. Uppbyggnaden följer standarden för tidsperioden, med hänsyn till att ABT och MAB antas vara densamma. Den totala tjockleken är 120 mm. Efter 1963 finns det inga nya ritningar över denna sträcka och i FGK-kartan finns inget slitlager registrerat.

Tabell 15: Uppbyggnad av gång- och cykelbana vid Dammstorpsvägen, 1962.

Benämning	Material	Tjocklek [mm]
Toppbeläggning	50 ABT 8	20
Bärlager	MM 10	100

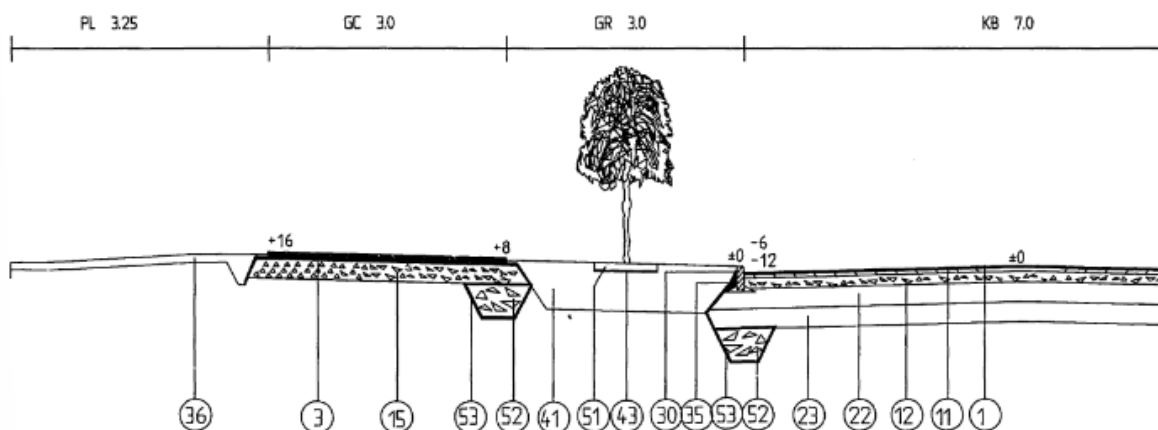


Figur 31: Ritning av gång- och cykelbana vid Dammstorpsvägen, 1962.

Från flygfotona kan det konstateras att en ny cykelbana byggdes och att nya träd planterades någon gång mellan 1973–1998. Detta kan stämma eftersom träden som idag är planterade där kom 1991. Det går dock inte att hitta några ritningar för denna del av Dammstorpsvägen efter 1963. Däremot byggdes en del, lite längre fram på samma väg, om under 1990. Det antas att delsträckan som undersöks därför också följer denna uppbyggnad. Cykelbanans och trädgropens uppbyggnad finns i Tabell 16 och hela ritningen i Figur 32. Den nya cykelbanan följer standarden utifrån material, men har större tjocklekar än riktlinjerna. Den totala överbyggnaden är därmed 290 mm.

Tabell 16: Uppbyggnad av gång- och cykelbana samt trädgrop vid Dammstorpsvägen, 1990.

Nr	Benämning	Material	Tjocklek [mm]
3	Beläggning	120 MAB 12t	50
15	Obundet bärlager	0–50	240
53	Fiberduk	Bruksklass 2	-
52	Dräneringslåda	Makadam 16–32	-
41	Beklädnad	Växtjord och sådd	600
43	Ogräskydd	Müpexduk svart radie 400	-
51	Dräneringsgrus	-	100



Figur 32: Ritning av gång- och cykelbana vid Dammstorpsvägen, 1990.

4.4.2.4 Östra Skrävlinge

I Östra Skrävlinge finns det en lång gång- och cykelbana, Trollstigen, som går längs med Risebergabäcken. Här har det skett 13 rotinträngningar och de träd som har orsakat rotskadorna är av arten silveroxel samt är planterade 1994. För en historisk översikt har flygfoton från 1960, 1973 och 1998 tagits fram i Figur 33 och Figur 34.



Figur 33: Äldre flygfoton av Trollstigen, 1960 (vänster) och 1973 (höger).



Figur 34: Äldre flygfoton av Trollstigen, 1998.

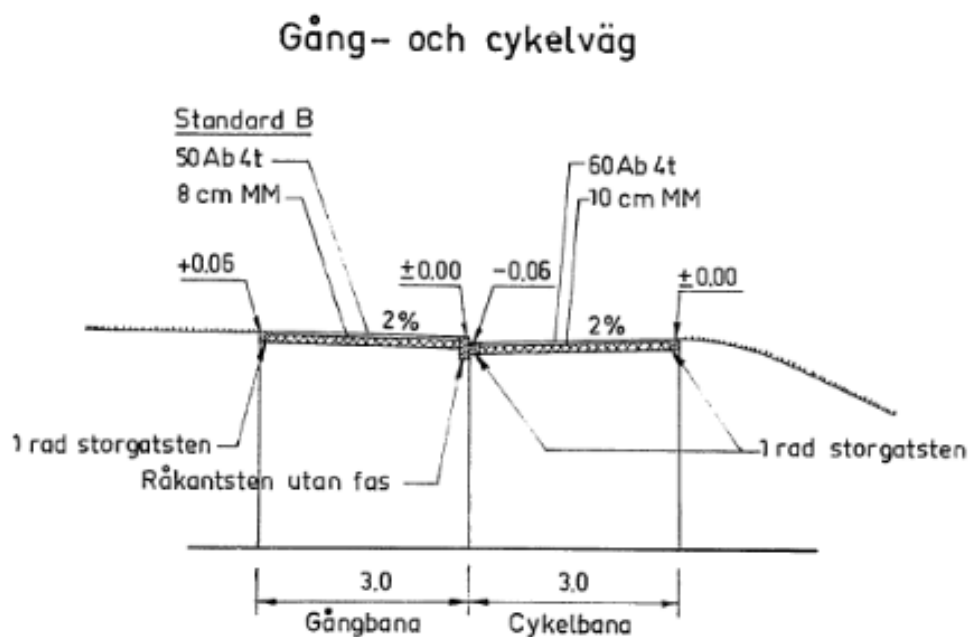
Från flygfotona i Figur 33 och Figur 34 visas det att cykelbanan byggdes upp någon gång mellan 1960 och 1973. Det är inte helt tydligt i bilderna, men det verkar som att träden längs med stigen planterades mellan 1973–1998.

I ritningsarkivet finns en ritning från 1968, där cykelbanans uppbyggnad är enligt Tabell 17. Ritningen finns i

Figur 35 och följer delvis standarden från den tiden, dock utan ett obundet bärlager. Den totala tjockleken är 125 mm. Det finns inga nyare ritningar och det finns ingen info på FGK-kartan att det skulle visa på att det ska ha lagts något nytt slitlager de senaste åren.

Tabell 17: Uppbyggnad av cykelbana för Trollstigen, 1968.

Benämning	Material	Tjocklek [mm]
Beläggning	60 ABT 4	25
Bärlager	MM 10	100



Figur 35: Ritning av gång- och cykelbana för Trollstigen, 1968.

Ett annat drabbat område i Östra Skrävlinge är gång- och cykelbanan längs med Borgnäsgratan, där det finns 10 rotinträngningar. För historisk översikt, se flygfoton från 1973 och 1998 i Figur 36.



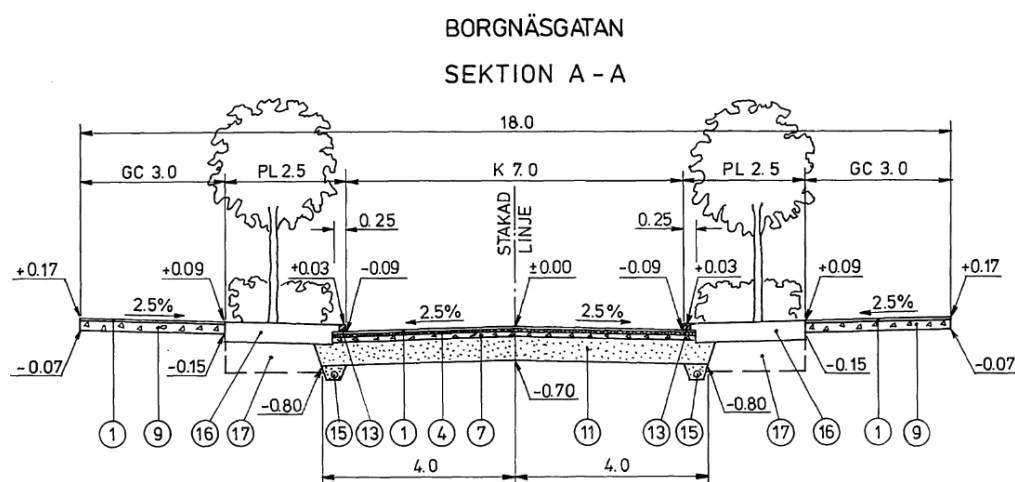
Figur 36: Flygfoto av Borgnäsgratan, 1973 (vänster) och 1998 (höger).

Figur 36 visar att gång- och cykelbanan byggdes när området byggdes och att träden planterades samtidigt. Från inventeringen står det att träden är av art oxel och är planterade 1987.

I ritningsarkivet finns det ritningar från 1985 över gång- och cykelbana tillsammans med trädplantering, se Tabell 18 och Figur 37. Denna cykelbana följer standarden för sin tid och har en tjocklek på 135 mm.

Tabell 18: Uppbyggnad av gång- och cykelbana samt plantering för Borgnäsgratan, 1985.

Nr	Benämning	Material	Tjocklek [mm]
1	Beläggning	80 MAB 12t	35
9	Obundet bärlager	-	100
16	Plantering	Buskar i matjord	400
17	Plantering	Stamträd i matjord	2x2x1 m ³



Figur 37: Ritning av gång- och cykelbana samt plantering för Borgnäsgratan, 1985.

4.4.2.5 Fosie industriområde

Längs med Inre Ringvägen vid Fosie industriområde finns en gång- och cykelbana, Ringvägsstigen. På denna cykelbana finns 10 rotinträngningar av vitpilar. Träden längs med cykelbanan som har orsakat rotinträngningar är planterade 1980. För att få en historisk uppfattning av vägen har äldre flygfoton tagits fram från 1973 och 1998 i Figur 38.

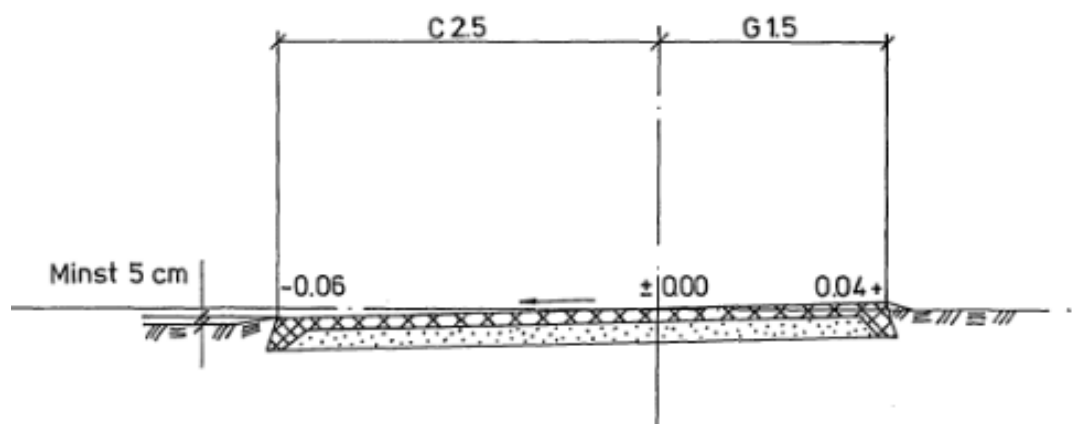


Figur 38: Flygfoton av Ringvägsstigen, 1973 (vänster) och 1998 (höger).

Från Figur 38 kan det konstateras att cykelbanan byggdes någon gång mellan 1973 och 1998. I ritningsarkivet finns det planer för Inre Ringvägen och dess gång- och cykelbanor från 1974. Uppbyggnaden följer standarden och har en tjocklek på 175 mm, se Tabell 19. Ritningen visas i Figur 39.

Tabell 19: Uppbyggnad av gång- och cykelbana för Ringvägsstigen, 1974.

Benämning	Material	Tjocklek [mm]
Beläggning	60 ABT 4	25
Bärlager	MM 5	50
Obundet bärlager	-	100



Figur 39: Ritning av gång- och cykelbana för Ringvägsstigen, 1974.

I FGK-kartan finns det registrerat att denna del av Ringvägsstigen fick ett nytt slitlager 2018, av ABT 8 100/150 med tjocklek 25 mm. Genom att studera flygbilder och ritningsarkivet verkar det som att det inte har byggts mer än detta sedan cykelbanan anlades.

4.4.2.6 Kulladal

Kulladalsgången, som går längs med Trelleborgsvägen, är en intressant sträcka för att det finns 11 registrerade rotinträngningar, alla orsakade av vitpil. Äldre flygfoton från 1960 och 1973 finns i Figur 40.



Figur 40: Flygfoton från 1960 (vänster) och 1973 (höger).

Figur 40 visar att gång- och cykelbanan byggdes samtidigt som området, någon gång mellan 1960 och 1973. Det har inte gått att hitta i ritningsarkivet hur gång- och cykelbanan är uppbyggd, vilket ledde till att borrprov togs på platsen, se 3.1.6 *Borrprov*. Borrprov 1 och 3 är identiska och deras lagerföljd visas i Tabell 20. Borrprov 2 har gått till brott och kan ej användas.

Tabell 20: Borrprov av cykelbanan på Kulladalsgången.

Material	Tjocklek [mm]
ABT 11	20
ABT 11	20
ABT 11	20
MM	Kan ej avgöra
Total tjocklek > 60	

Konstruktionens uppbyggnad tyder på att standarden delvis har följts vid byggnationen, dock med flera lager asfaltbetong.

5 Diskussion

I detta kapitel diskuteras studiens resultat och metod. Kapitlet inleds med en resultatdiskussion som är uppdelad i fem delar. Dessa behandlar de parametrar som framkommit vid inventeringen och de samband som kan identifieras utifrån dessa samt tolkningen av den statistiska analysen. Vidare analyseras cykelbanans och växtbäddens uppbyggnad samt ytterligare samband och mönster som kan utläsas ur studiens parametrar. Avslutningsvis diskuteras möjliga orsaker till att Malmö stad uppvisar färre rotskador än andra delar av Sverige. Därefter följer en metoddiskussion där osäkerheter kring resultatet behandlas, tillsammans med förslag på förbättringar och utvecklingsmöjligheter för framtida studier.

5.1 Resultatdiskussion

5.1.1 Parametrar från inventeringen

5.1.1.1 Stamdiameter

Inventeringen visar att 98,6 % av träden som orsakar rotinträngningar har en stamdiameter över 15 cm. De flesta av dessa träd har en stamdiameter mellan 15 och 50 cm, medan endast en mindre andel har en stamdiameter som överstiger 50 cm. Detta överensstämmer med Randrup, et al. (2001), som beskriver ett samband mellan trädets storlek och skador på infrastrukturen. Studien visar även att rotinträngningar börjar uppstå vid en stamdiameter på 11–20 cm, vilket delvis stöds av våra resultat eftersom endast 7 av 442 träd har en stamdiameter under 15 cm. I Randrup, et al. studie konstateras att träd med större stamdiameter orsakar fler skador. Denna studie har endast undersökt om ett träd har orsakat en skada eller inte, varav inga slutsatser om huruvida träd med större stamdiameter orsakar fler skador än träd med mindre diameter kan dras.

Medelvärdet för trädens stamdiameter är 44,3 cm och från Figur 11 framgår det att ju äldre trädet är desto större stamdiameter. Det visar på att det finns en korrelation mellan stamdiameter och trädets ålder. Detta stöds av den statistiska analysen, som beskrivs mer ingående i 5.1.2 *Statistisk analys* som visar på en positiv korrelation mellan trädets ålder och stamdiametern.

5.1.1.2 Vitalitet

Majoriteten av alla träd som har orsakat rotinträngningar har god vitalitet, klass 1. Trenderna i Figur 13 och Figur 14 är nästintill identiska. Det tyder på att de träd som orsakat rotskador inte skiljer sig från Malmös gatuträd i stort, vilka generellt uppvisar god vitalitet.

Utifrån resultatet går det därför inte att fastställa att träd som orsakar rotskador skulle ha sämre vitalitet än träd som inte orsakar rotinträngningar. Det går inte heller att fastställa att det endast är träd med god vitalitet som orsakar rotskador, eftersom gatuträden i Malmö generellt uppvisar god vitalitet. Från litteraturen har det inte heller framkommit något samband mellan trädens vitalitet och benägenhet att orsaka rotinträngningar i cykelbanor. Träden utvecklar sitt rotsystem utifrån de förutsättningar som råder i omgivande miljö.

5.1.1.3 Planteringsår

Inventeringen visar att det främst är träd som planterades under 1960-talet som har orsakat rotskador. Detta kan inte förklaras av att Malmö stad planterade ovanligt många träd under detta årtionde, eftersom merparten av stadens träd är planterade under 2000-talet och framåt. Randrup, et al. (2001) visar dessutom att det inte finns något tydligt samband mellan trädens ålder och uppkomsten av skador, utan att skador snarare påverkas av hur snabbt trädet växer. En möjlig förklaring till att äldre träd orsakar fler skador i Malmö kan därför vara att de planterades under en tid där krav på cykelbanors uppbyggnad och växtbäddars utformning såg annorlunda ut än idag. Redan under 1990-talet ökade exempelvis växtbäddarnas storlek, samtidigt som skelettjord började användas. Dessa åtgärder kan ha gett träd bättre möjligheter att utvecklas utan att orsaka skador på omkringliggande infrastruktur. Mer om årtalets betydelse utifrån planeringsideal i avsnitt 5.1.3.2 *Rotskador över tid*.

Äldre träd har även haft mer tid på sig att utvecklas och växa till sig än nyare träd. Det kan vara en förklaring till varför andelen träd som har orsakat rotskadorna är äldre. Idag är det inte heller möjligt att veta om träden som planterades efter 2000-talet kommer att orsaka nya rotskador i framtiden eller om uppbyggnaden av cykelbanan och växtbädden kommer att skapa nya förutsättningar som kan motverka uppkomsten av rotskador.

5.1.1.4 Art

De vanligast förekommande arter som har orsakat rotskador är vitpil, oxel, platan, silveroxel och parklind. Vitpil utgör ca 30 % av alla rotskador och det är främst dem som är planterade 1968 som orsakat problem. Det förväntades att detta år skulle vara vanligast eftersom 59 rotskador i Bunkeflostrand där just vitpil planterades har observerats. Vitpilen kopplas även till rotskadorna från träd som planterades år 1970 vid Kulladalsgången och år 1980 vid Ringvägsstigen. I *Stadsträddlexikon* rekommenderas inte plantering av vitpilen i urbana miljöer. Rotskador i den utsträckning som vitpilen har orsakat är till följd av detta föga förvånande. Detta med anledning att arten är mycket lättetablerad och har en omfattande rottillväxt. Trots detta är andelen rotskador orsakade av arten betydligt låg, av alla vitpilar i Malmö stad utgör knappt 3 % av träden rotskadorna. Därför kan det vidare diskuteras ifall det endast beror på arten, eller om det är en kombination av flera faktorer som har samverkat.

En annan art som har ett stort antal rotinträngningar och som går att koppla till specifika platser är silveroxel. Denna art har orsakat ett stort antal rotskador vid Trollstigen med planteringsår 1994 och Slättängsvägen med planteringsår 2005. Silveroxelns etableringsmöjligheter saknade beskrivning i *Stadsträdlexikon* men den har god värmetolerans och klarar endast perioder av tillfällig torka. Oxel är bland de vanligaste arterna, men har en större spridning av planteringsår. Arten finns planterad längs med Dammstorpsvägen, där det också förekommer ett stort antal rotskador. Oxel anses vara ett långsamt växande träd som brukar vara lämplig att plantera i urbana miljöer eftersom den har hög tolerans mot värme och torka. Det är inte förväntat att både Silveroxel och Oxel har orsakat rotskador till följd av att ingen av dem är kända för att vara problematiska. Därav skulle rotinträngningarna kunna förklaras av förhållandena för träden, det vill säga uppbyggnaden av växtbädden, eller att cykelbanan inte är konstruerad för att klara av rotinträngningar. Mer om detta i avsnitt 5.1.3.2 *Trollstigen, Slättängsvägen och Dammstorpsvägen*.

Precis som oxel är platan och parklind vanliga arter som har orsakat rotskador och har en spridning i planteringsår. Platan etablerar sig snabbt och klarar av de flesta markförhållandena. Den finns begränsat med information om parklind, varav träden historiskt inte kan ha ansetts orsaka några problem. Det är därför förvånande att det skulle vara en av de vanligaste arterna i Malmö som orsakat rotskador, men svårt att dra några definitiva slutsatser av det eftersom information saknas.

I tidigare studier har det konstaterats att pionjärarter över lag orsakar fler rotskador än sekundärarter. Detta stämmer överens med resultatet i Figur 18, där cirka 57 % av rotskadorna är orsakade av pionjärarter. Anledningen till att pionjärarter orsakar rotskador tros bero på att de har en högre tillväxthastighet och utvecklar sina rotsystem snabbare än sekundärarter. I studien har detta inte studerats, utan här besvaras endast att det är fler pionjärarter som har orsakat rotskador än sekundärarter.

5.1.1.5 Funktionsbeskrivning

Den vanligaste funktionsbeskrivningen som förekommer är T3, vilken avser träd som är planterade i gatumiljö. Detta är naturligt eftersom träd i parkmiljöer, T2, generellt inte begränsas av omgivande infrastruktur i samma utsträckning. I gatumiljöer är trädet ofta planterat i växtbäddar och observationer från inventeringen visar att skelettjord sällan förekommer i plantering av dessa träd. Träd med funktionsbeskrivning T3 betyder nödvändigtvis inte att de är enbart planterade i växtbäddar, utan kan också vara i parkmiljöer i anslutning till körbanor. En förklaring till att funktionsbeskrivning T0 är relativt låg kan vara att det i större bestånd var svårt att fastställa vilket enskilt träd som orsakade rotskadan. Även om funktionsbeskrivning T5 är vanlig kommenterar den inte på i vilken miljö träden är planterade, utan hur de ska beskäras. Från detta kan inte ett resultat tolkas, men från inventeringen noteras att majoriteten av träden är planterade i anslutning till en körbana och därav är funktionsbeskrivning T3 vanligast.

5.1.1.6 Avstånd från stam till rotskada

Majoriteten av rotskadorna i Malmö orsakas av träd som är planterade inom 4 m avstånd från cykelbanan. En observation från inventeringen är att de flesta rotinträngningarna sker på kort avstånd från cykelbanan, vilket innebär att rötterna inte har tagit någon större "omväg" innan de växer in i cykelbanan. Våra mätvärden och observationer ligger i linje med tidigare studier. Randrup, et al. (2001) har dokumenterat att konflikter kan uppstå upp till 7 m från trädet. Detta bekräftas även av andra studier, som studien om VA-ledningar som Svenskt Vatten Utveckling genomfört. Där sker majoriteten av rotinträngningar inom 3 m, men de förekommer också upp till 7 m. Därefter minskar antalet rotinträngningar successivt upp till 18 m.

5.1.1.7 Sammanställning

Sammanställning av resultat kopplade till trädens egenskaper, som ålder, storlek, art, vitalitet och placering, samt deras betydelse för uppkomsten av rotskador redovisas i detta avsnitt.

Studien visar att rotskador börjar uppstå vid en stamdiameter omkring 15 cm och att större träd generellt orsakar fler skador. Samtidigt finns en tydlig koppling mellan trädens ålder och stamdiameter, där äldre träd vanligtvis är större och därmed oftare förknippas med rotskador. Majoriteten av rotskadorna förekommer hos träd som planterades under 1960- och 1970-talet. Detta kan sannolikt korrelera med tidigare planerings- och konstruktionsprinciper snarare än till trädens ålder i sig. Äldre träd har dock haft längre tid på sig att utveckla omfattande rotsystem, vilket också kan bidra till att de orsakar fler skador.

I allmänhet har alla träd i Malmö god vitalitet, inklusive träden vid rotskadorna. Det innebär att det inte finns ett tydligt samband mellan vitaliteten på träden och förekomsten av rotinträngningar. I stället verkar trädens rotsystem anpassa sig efter de förutsättningar som finns i den omgivande miljön. Framför allt är det problematiskt för träd som är planterade i anslutning till gatan. Samtidigt visar inventeringen att största delen av rotskadorna uppstår inom 4 m från trädet. Från detta kan det fastställas att konflikterna främst sker i nära anslutning till cykelbanan.

Vitpil är den art som orsakar flest rotskador i Malmö och står för omkring 30 % av de identifierade skadorna. Artens snabba tillväxt och omfattande rotsystem bedöms ha ett tydligt samband med skadeförekomsten. Resultatet innebär dock inte att arten är olämplig att plantera, eftersom de skadade träden endast utgör cirka 3 % av alla planterade vitpilar i Malmö. För andra vanliga arter, såsom oxel, platan, silveroxel och parklind, har något liknande samband mellan artens egenskaper och skadeförekomsten inte kunnat identifieras.

5.1.2 Statistisk analys

5.1.2.1 Faktoranalys

Faktoranalysen identifierade två möjliga faktorer. Den första faktorn visar ett tydligt samband mellan avstånd till rotskada och avstånd till cykelbanan. Detta kan indikera att cykelbanans närhet till trädet samt växtbäddens storlek har betydelse för förekomsten av rotskador. Resultatet kan även tolkas som att rotskador förekommer även vid större avstånd mellan träd och cykelbana, vilket antyder att ett ökat avstånd i sig inte nödvändigtvis är tillräckligt för att förhindra rotinträngningar. Detta skulle kunna innebära att även andra faktorer, exempelvis cykelbanans konstruktion eller växtbäddens utformning, påverkar uppkomsten av rotskador.

Den andra faktorn visar ett tydligt samband mellan stamdiameter och ålder. Detta stöds av tidigare forskning som också har identifierat en korrelation mellan stamdiameter och ålder.

Vitaliteten uppvisar inget tydligt samband i någon av faktorerna, vilket stödjer slutsatsen i avsnitt 5.1.1.2 *Vitalitet* om att vitaliteten inte verkar ha någon betydelse för förekomsten av rotinträngningar.

5.1.2.2 Regressionsanalys

Den multipla linjära regressionsanalysen visade att stamdiameter, avstånd till cykelbana och ålder hade statistiska samband med avståndet till rotskadan. Sambandet mellan stamdiameter och avstånd till rotskada kan indikera att större träd utvecklar ett mer omfattande rotsystem, vilket kan påverka var rotskador uppstår.

Även avståndet till cykelbanan visade ett positivt samband med avståndet till rotskadan. Detta kan antyda att ett större avstånd mellan träd och cykelbana inte nödvändigtvis förhindrar rotinträngningar, utan att rotskador fortfarande kan uppstå längre från stammen. Resultatet skulle även kunna tyda på att andra faktorer, exempelvis växtbäddens utformning eller cykelbanans konstruktion, har betydelse för uppkomsten av rotskador.

Ålder uppvisade ett svagare men signifikant negativt samband med avståndet till rotskadan, vilket antyder att äldre träd tenderar att få rotskador närmare stammen. En möjlig förklaring kan vara att äldre träd oftare växer i begränsade urbana miljöer, där rotsystemets utveckling begränsas av hårdgjorda ytor och infrastruktur, vilket kan bidra till att rotskador uppstår närmare trädet.

Vitalitet visade inget statistiskt signifikant samband med avståndet till rotskadan, vilket stödjer tidigare resultat i studien som indikerar att vitaliteten inte verkar ha någon tydlig betydelse för förekomsten eller placeringen av rotinträngningar.

5.1.2.3 Sammanställning

Faktoranalysen och regressionsanalysen visar sammantaget att flera av de undersökta variablerna har samband med förekomsten och placeringen av rotinträngningar. Båda analyserna identifierade ett tydligt samband mellan avstånd till cykelbana och avstånd till rotskada, vilket indikerar att den rumsliga relationen mellan träd och cykelbana har betydelse för var rotskador uppstår. Resultaten antyder samtidigt att ett ökat avstånd mellan träd och cykelbana inte nödvändigtvis är tillräckligt för att förhindra rotinträngningar, eftersom rotskador även förekommer vid större avstånd från stammen. Detta kan tyda på att andra faktorer, exempelvis växtbäddens utformning, markförhållanden eller cykelbanans konstruktion, också påverkar uppkomsten av rotskador.

Faktoranalysen identifierade även ett tydligt samband mellan stamdiameter och ålder, vilket stöds av regressionsanalysen där både stamdiameter och ålder visade statistiska samband med avståndet till rotskadan. Sambandet mellan stamdiameter och rotskador kan indikera att större träd utvecklar mer omfattande rotsystem, vilket kan påverka var skador uppstår. Samtidigt uppvisade ålder ett svagare men signifikant negativt samband med avståndet till rotskadan, vilket antyder att äldre träd tenderar att få rotskador närmare stammen. En möjlig förklaring kan vara att äldre träd under längre tid har påverkats av den begränsade urbana växtmiljön, där hårdgjorda ytor och infrastruktur begränsar rotsystemets utveckling.

Vitalitet uppvisade däremot inget tydligt samband i vare sig faktoranalysen eller regressionsanalysen. Resultatet stödjer därmed slutsatsen att vitaliteten inte verkar ha någon avgörande betydelse för förekomsten eller placeringen av rotinträngningar i det undersökta materialet.

5.1.3 Konstruktion

I detta avsnitt sammanställs hur konstruktionerna i Malmö är uppbyggda samt vilka slutsatser som kan dras utifrån detta. I avsnitt 4.2.2 *Konstruktionen* identifierades förekomst av skelettjord samt cykelbanornas överbyggnad för nio cykelbanor som har ett stort antal rotinträngningar. Inledningsvis behandlas skelettjord följt av rotinträngningar över tid. Sedan jämförs tjocklek på överbyggnaden och materialval av överbyggnaden. Avslutningsvis analyseras uppbyggnad av växtbäddar för träden.

5.1.3.1 Skelettjord

Det kan konstateras utifrån placeringen av luftningsbrunnar att rotinträngningar inte förekommer där skelettjordar har använts. Luftningsbrunnar började installeras tillsammans med skelettjord omkring 2010, och antalet registrerade rotskador är färre under dessa årtal enligt Figur 20. Detta innebär inte nödvändigtvis att skelettjordar i sig förhindrar att rotskador uppstår, särskilt eftersom det även finns ett samband mellan trädets ålder, stamdiameter och förekomst av rotskador.

Att kartan inte visar några luftningsbrunnar vid de aktuella rotskadorna behöver inte heller innebära att skelettjord saknas. Skelettjordar som anlades innan 2010 dokumenterades ej och saknar luftningsbrunnar. Samtliga analyserade ritningar för cykelbanor med rotinträngningar visar att skelettjordar inte förekommer på de studerade platserna. Från de tidigare standarderna har det konstaterats att skelettjord började användas under 1990-talet. Eftersom antalet rotskador i förhållande till planteringsåret minskar efter 1990-talet skulle det kunna indikera att skelettjordar är en möjlig lösning för att skapa större rottingsbar volym för träden och därmed minska risken för rotskador. En fullständig sammanställning över alla platser i Malmö där skelettjord har installerats saknas. Det går på grund av det inte att dra några säkra slutsatser om skelettjordars effekt på rotskador.

Den nya standarden med multifunktionella ytor med skelettjordar från år 2023 skulle kunna vara gynnsam både för cykelbanan och för träden. Samtidigt är det ännu för tidigt för att avgöra om standarden faktiskt har en positiv effekt, eftersom anläggningen är ny och träden har ännu inte hunnit utvecklas fullt ut. Mer tillförlitliga slutsatser kan därför dras om några år, när samspelet mellan träd och gatumiljö har etablerats.

5.1.3.2 Rotskador över tid

Från att ha studerat flygfoto och ritningar är uppfattningen att träd och cykelbana planterades respektive konstruerades på platsen samtidigt. Uppfattningen är att cykelbanan först har anlagts och därpå har träden planterats. Från detta kan det inte kommenteras ifall det har en betydelse om träden har utvecklat ett traditionellt rotsystem innan cykelbanan är anlagd. Det har inte gjorts några tidigare studier på detta, utan detta skulle vara en startpunkt för framtida studier.

Från planteringsåren i Figur 15 kan det konstateras att träden planterade på 1960-talet och framåt har orsakat mest skador. En möjlig förklaring är planeringsideal som präglade utbyggnaden av cykelbanor under 1960- och 1970-talet. I samband med SCAFT och Miljonprogrammet integrerades cykelbanor i större utsträckning i bostadsområden, samtidigt som cykelstråk mellan områden anlades separerade från biltrafiken. Detta innebar att infrastrukturen i högre grad placerades nära vegetation och trädens rotsystem, vilket sannolikt ökade risken för konflikter mellan träd och cykelbanor. Arvet från SCAFT påverkar dagens stadsmiljö, vilket stöds av att funktionsbeskrivningarna T3 och T2 är vanliga, även om T5 är mest vanlig under dessa årtionden. Anledningen till detta är att träden som planterades på 1960-talet, som i Bunkeflostrand, har funktionsbeskrivning T5. Från inventeringen kan det konstateras att träden främst är placerade i gatumiljö trots beskrivningen. Detta tyder på att sambandet mellan dåtidens planeringsprinciper och dagens rotskador är tydligt, där placeringen av både träd och cykelinfrastruktur har haft stor betydelse för skadeutvecklingen över tid.

Trots att dagens planering utgår från nya riktlinjer, som enkelriktade cykelbanor och multifunktionella ytor, går det ännu inte att fastställa huruvida dessa lösningar är mer fördelaktiga för relationen mellan träd och cykelbanor. Detta beror på att riktlinjerna började tillämpas först under tidigt 2020-tal, medan inventeringen genomfördes år 2024. Med hänsyn till att studien utfördes år 2026 har tillräckligt lång tid inte passerat för att effekterna ska kunna utvärderas.

5.1.3.3 Överbyggnaders tjocklek

Gång- och cykelbanorna vid Norra vägen, Tvärvägen och Södra vägen hade en överbyggnadstjocklek på 185 mm när de anlades år 1965. Sedan dess har inte större åtgärder genomförts på dessa sträckor, med undantag för Tvärvägen där ett nytt slitlager lades 2009. Även gång- och cykelbanan längs Klagshamnsvägen har en relativt liknande tjocklek på 174 mm. Den norra cykelbanan på Norra vägen, som byggdes 1988, har däremot en betydligt större överbyggnadstjocklek på 295 mm. I hela området är denna cykelbana minst drabbad av rotinträngningar, endast 2 fall av totalt 64. Vid jämförelse med övriga cykelbanor i området framträder tjockleken som en tydlig skillnad, där den norra cykelbanan är cirka 100 mm tjockare än de andra. Detta indikerar att överbyggnadens tjocklek skulle kunna vara en bidragande faktor till lägre förekomst av rotskador.

Samtidigt visar andra exempel att en tunnare tjocklek inte ensamt kan förklara förekomsten av problemet. På Slättängsvägen är överbyggnaden 300 mm och på Dammstorpsvägen 290 mm, men trots detta förekommer rotinträngningar. Dessutom finns fler cykelbanor med tunnare överbyggnad, som Trollstigen med 125 mm, Borgnäsgatan med 135 mm och Ringvägsstigen med 175 mm. Detta visar att variationen är stor även utanför Bunkeflostrand. Därav är det inte möjligt att påvisa att cykelbanans överbyggnadstjocklek har en betydelse för förekomsten av rotskador. Däremot visar studier att en överbyggnad på 300 mm är otillräcklig till att börja med, se avsnitt 2.3.3.1 *Överbyggnaden*. Eftersom ingen av de undersökta cykelbanorna har en överbyggnad som överstiger denna tjocklek kan det argumenteras för att samtliga konstruktioner är underdimensionerade ur ett rotinträngningsperspektiv. En tjockare överbyggnad skulle möjliggöra en hårdare packning samt en upphöjd konstruktion. I sin tur skulle detta skapa sämre förutsättningar för rötter, eftersom tillgången till vatten och syre blir mer begränsad i överbyggnaden. Resultatet indikerar därför på att Malmö stads nya standard för multifunktionella ytor, med en överbyggnad på 400 mm, kan utgöra en lämplig lösning genom att risken för fukt- och gasutbyte och således förekomsten av skador minskas.

Vid närmre granskning av tjockleken på de separata lagren kan det konstateras att slitlagret har en relativt likartad tjocklek mellan de olika platserna. Den stora skillnaden är att cykelbanan som byggdes 1998 i Bunkeflostrand och Dammstorpsvägen, som byggdes 1990, saknar separata slitlager och bundet bärlager. I stället består konstruktionen endast av ett belägningslager. Dessa lager är tjockare än slitlagret på de övriga platserna, men om tjockleken på slitlager och bundet bärlager skulle adderas hamnar dessa två gator ungefär i mitten, med avseende på tjocklek, jämfört med övriga konstruktioner.

De platserna med tunnast beläggning är Borgnäsgratan, byggdes 1985, och cykelbanorna byggda 1965 i Bunkeflostrand, med en tjocklek på 35 mm. Till skillnad från den norra delen av Bunkeflostrand, som har få rotskador och en beläggning på 74 mm, visar detta att en tjockare beläggning skulle kunna minska förekomsten av rotskador. Samtidigt har Ringvägstigen och Kulladalsgången, som båda uppvisar ett stort antal rotskador, en beläggningstjocklek på 75 mm respektive 60 mm. Detta tyder på att sambandet mellan beläggningstjocklek och rotskador inte är entydigt.

När det gäller det obundna bärlagret finns det stor variation. Cykelbanor byggda före 1990 har ett betydligt tunnare lager, mellan 100–150 mm, medan de som är byggda efter 1990 har tjockare lager mellan 240–250 mm. Den stora variationen i tjocklek samt det faktum att kondensen bildas under själva asfalten indikerar att de obundna lagrens tjocklek sannolikt har mindre betydelse för förekomsten av rotinträngningar.

Vid en jämförelse mellan cykelbanornas byggnadsår och de standarder som tidigare tillämpats i Malmö framgår det att endast cykelbanan byggd 1998 i Bunkeflostrand, Trollstigen och Ringstigen avviker från standardutförandet eftersom de saknar bundet bärlager. Detta innebär att dessa cykelbanor, med tunnare asfaltlager, kan vara mer utsatta än andra banor byggda under samma period.

Anledningen till att studien utförs på cykelbanor och inte körbanor är för att körbanor inte är lika drabbade som gång- och cykelbanor. Om kondenslagret som bildas under asfalten är en perfekt miljö för rottillväxt, hur kommer det sig att det inte finns i körbanor? Skillnaden mellan cykelbana och körbana är att de har olika krav. En körbana ska ha hög bärighet, styvhet och deformationstålighet. Det uppnås genom ett tjockt bundet bärlager. Till skillnad från cykelbanor som dimensioneras för lägre laster och därmed har ett tunnare och flexiblere bundet bärlager. För att körbanan ska klara dem högre lasterna packas det obundna lagret hårt och väl. Detta leder till lägre porvolym, låg vattenpermeabilitet och begränsad syretillgång, vilket skapar en ogynnsam miljö för rötter. Det skulle kunna vara ytterligare en förklaring till varför cykelbanor är mer lättpåverkade av rotskador än körbanor.

Resultatet visar både förhållanden som talar för och emot att överbyggnadens tjocklek har betydelse för förekomsten av rotskador. I studien förekommer rotskador på cykelbanor med tunna och tjockare beläggningar. En tydlig skillnad mellan gång- och cykelbanor och körbanor är konstruktionens uppbyggnad, där körbanor generellt har ett betydligt tjockare asfaltlager. Detta skulle kunna bidra till att körbanor är mindre utsatta för rotinträngningar. Studien indikerar därför att överbyggnadens tjocklek kan ha en viss betydelse för förekomsten av rotskador, men sambandet är komplext och påverkas sannolikt av flera samverkande faktorer.

5.1.3.4 Överbyggnaders material

En möjlig faktor bakom uppkomsten av rotskador är överbyggnadens konstruktion och materialsammansättning. Resultatet visar att de flesta undersökta överbyggnader följer liknande standarder avseende asfaltstyp i slit- och bärlager. I samtliga konstruktioner används en nominell största stenstorlek på omkring 8 mm, medan vissa äldre överbyggnader innehåller fraktioner på 4 eller 11 mm. För de konstruktioner där MAB förekommer anges en större stenstorlek, omkring 12 mm. Samtliga värden ligger dock inom de rekommenderade intervallen för beläggningar i Skåne. Eftersom skillnaderna mellan konstruktionerna är relativt små är det svårt att argumentera för att variationer på några millimeter i stenstorlek ensamt skulle kunna förklara skillnader i förekomsten av rotskador. Denna faktor bedöms av den anledningen ha begränsad betydelse.

Materialens kornstorleksfördelning är relativt homogen mellan överbyggnaderna. Fram till 2023 konstruerades cykelbanor med bärlager 0/32 med olika tjocklekar, där tjockleken har tenderat att öka över åren. Efter 2023 har Malmö stad även infört krav på förstärkningslager 0/90 på cykelbanor för att ge cykelbanan ökad bärighet. Lagren är därför generellt täta och har begränsad genomsläpplighet för vatten och luft. Detta gör det svårt att koppla förekomsten av rotskador direkt till skillnader i tätheten. Grövre material utan nollfraktioner kan skapa hålrum, vilket potentiellt kan bidra till deformationer eller underlätta transport av vatten genom konstruktionen. Mer gynnsamma förhållanden för rotutveckling skulle i sin tur skapas eftersom rötter ofta söker sig mot områden med högre fukthalt och bättre syretillgång. Det är därmed möjligt att vattenansamlingar, kondens eller lokala fuktvariationer i överbyggnaden kan ha påverkat rottillväxten och därmed risken för skador. Några tydliga samband har dock inte kunnat identifieras utifrån standarder och valda sträckor.

Bindemedlets egenskaper kan ha betydelse för att förhindra rotskador. Om bindemedlet har hög täthet och är trögflytande kan det försvåra rotinträngning, varav detta också är en möjlig påverkansfaktor. Det finns begränsad information om exakt vilken bindemedelstyp som använts i respektive konstruktion. I dagens standarder används vanligtvis bitumen med penetrationsklass 100/150, medan en äldre ritning från Slättängssvägen visar på användning av 160/220, vilket är ännu mjukare. Ytterligare information kring bindemedel är inte tillgänglig. Det går därför inte att dra några säkra slutsatser om huruvida skillnader i bindemedlets hårdhet har påverkat uppkomsten av rotskador.

5.1.3.5 Växtbäddens uppbyggnad

I Bunkeflostrand, för gator byggda 1965, har träden planterats direkt i skiljeremsorna utan närmre specifikation över jorddjup eller jordtyp. Skiljeremsorna är cirka 2,75 m breda, och observationer från inventeringen är att träden är planterade nära gång- och cykelbanan, mellan 0 och 50 cm. Längs den norra cykelbanan vid Norra vägen, som anlades 1998, är trädgroparna 2x2 m² med ett djup på 0,7 m och fyllda med matjord. Längs med denna sträcka förekommer få rotskador, vilket indikerar att en mer genomtänkt uppbyggnad av växtbädden kan minska risken för rotskador vid cykelbanan.

Detta överensstämmer inte med förhållandena vid Trollstigen, byggd 1968, där träden inte har planterats i särskilda trädgropar utan placerats mellan cykelbanan och den intilliggande bäcken. En likande situation återfinns vid Ringvägsstigen, byggd 1974, där ritning över trädens placering samt växtbäddens uppbyggnad saknas och det antas att träden snarare har planterats i tillgängligt utrymme än enligt en planerad växtbäddsstruktur.

Det finns dock motsägende exempel. För Borgnäsgratan, byggd 1985, planteras träden fortfarande i skiljeremсор, men numera med definierande trädgropar. Skiljeremсорn är cirka 2,5 m och trädgropar är 2x2 m² med ett djup på 1 m, fyllda med matjord. Detta koncept fortsätter vid Dammstorpsvägen, byggd 1990, där en 3 m bred skiljeremсор finns mellan cykelbanan och körbanan. Här har träden planterats i 600 mm växtjord, med ett 100 mm tjockt lager dräneringsgrus närmast stammen. Vid Slättängsvägen, byggd 2005, är trädgroparna mindre, cirka 1,8x1,1 m². I dessa finns ett lager på 200 mm med matjord, 600 mm återfyllning matjord samt 300 mm djupluckring.

Ritningarna följer standarderna i avsnitt 2.3.2 *Tidigare standarder*. Detta skulle kunna indikera att växtbäddens uppbyggnad inte har betydelse för rotinträngningar eftersom det finns andra cykelbanor med samma växtbäddsuppbyggnad som inte har rotinträngningar. En teori, som stöds av Randrup, et al. (2001), är att rotinträngningar uppstår för att träden inte har tillräckligt stor rotningsbar volym. Det kan förklaras av att standarden inte var tillräcklig eller att andra förutsättningar har haft en inverkan på konflikten. Utifrån ritningarna kan det konstateras att växtbäddens uppbyggnad inte har börjar prioriteras förrän under 1980-talet, och ytterligare under 1990-talet när skelettjoden började användas. Detta sammanfaller med planteringsåren, där träd som är planterade under 1960- och 1970-talet är mest förekommande. Sedan växtbädden blev mer prioriterad har antalet rotskador minskat. Därmed kan detta visa på att växtbädden har haft en positiv inverkan på konflikten. Den nya standarden kan dock inte kommenteras på.

5.1.3.6 Sammanställning

Resultat kopplade till cykelbanornas konstruktion, inklusive materialval, uppbyggnad och deras eventuella betydelse för uppkomsten av rotskador presenteras i detta avsnitt.

Skelettjordar som anlagts efter 2010 kan kartläggas genom placeringen av luftbrunnar. Det går däremot inte att identifiera var skelettjordar är anlagda tidigare. På de mest drabbade cykelbanorna saknas dock skelettjordar. Därmed kan det antas att de kan ha haft en positiv effekt i att minska uppkomsten av nya rotskador. Detta tyder likaså på att multifunktionella lösningar som används i dagens standarder kan bidra till att förebygga framtida skador. Även växtbäddarnas utformning kan ha betydelse för att minska konflikter mellan träd och cykelbanor. Många av de platser där rotskador förekommer anlades innan växtbäddar började utvecklas mer systematiskt under 1980-talet, medan områden där växtbäddar varit mer genomtänkta och prioriterade generellt uppvisar färre skador.

Vidare visar resultatet att träd och cykelbanor i många fall har anlagts vid samma tidpunkt. Det är inte sannolikt att någon av dem har gynnats av att ha funnits på plats tidigare, utan snarare att rotskadorna är ett resultat mellan trädens utveckling och cykelbanans konstruktion. Ungefär hälften av de träd som orsakar rotskador planterades under 1960- och 1970-talet, vilket kan kopplas till dåtidens planeringsideal SCAFT. Samtidigt går det inte att fastställa att dagens standarder fungerar bättre eftersom dessa lösningar fortfarande är relativt nya och deras långsiktiga effekter ännu inte kan utvärderas fullt ut.

Analysen visar också att det obundna bärlagret sannolikt inte har någon tydlig koppling till förekomsten av rotskador, medan beläggningens tjocklek verkar ha större betydelse. Framför allt tycks tunnare överbyggnader vara mer känsliga för deformationer orsakade av rötter, vilket även kan förklara varför rotskador är ovanliga på körbanor med kraftigare överbyggnad. Körbanors obundna lager packas hårdare än cykelbanan, vilket skapar en ogynnsam miljö för rötter. Skillnader i överbyggnaders materialsammansättning, kornstorlek och bindemedel är däremot generellt små mellan de studerade cykelbanorna och standardkonstruktionerna. Dessa faktorer bedöms därför inte ha någon avgörande betydelse för uppkomsten av rotskador.

Resultaten tyder således på att skadefrekvensen inte kan förklaras av en enskild faktor. I stället är det sannolikt en kombination av flera faktorer, som planeringsideal, beläggningens tjocklek, växtbäddens utformning och trädens förutsättningar, som tillsammans påverkar uppkomsten av rotinträngningar och skador.

5.1.4 Samband mellan parametrar

5.1.4.1 *Bunkeflostrand*

Ett exempel som har använts flera gånger i denna studie är vägarna i Bunkeflostrand, där den norra delen av Norra vägen inte har ett lika stort antal rotskador som den södra. För just detta exempel finns två skillnader mellan dessa två cykelbanor.

Den första skillnaden är tjockleken på cykelbanorna. Den södra delen har en betydligt tunnare överbyggnad, den norra är 295 mm medan den södra är 185 mm. Som nämnt i avsnitt 5.1.3.3 *Överbyggnaders tjocklek* kan tjockleken på cykelbanan vara en anledning till att det är färre rotinträngningar på den norra delen, men det kommenteras även att det finns andra fall som motsäger detta påstående.

Den andra skillnaden är arten, träden på den norra delen rönn/oxel medan de i den södra delen är vitpil. Just på denna plats är det inte definierat ifall det är en rönn eller oxel, men de tillhör samma släkte. Som nämns i 5.1.1.4 *Art* är vitpil den vanligaste trädarten som har orsakat rotskador och vitpilarna är ökänt problematiska i urban miljö. Det framgår inte heller att oxel är en lika problematisk art som vitpil, trots att just denna art har orsakat ca 8 % av rotskadorna i Malmö.

5.1.4.2 Trollstigen, Slättängsvägen och Dammstorpsvägen

I avsnitt 5.1.1.5. *Art* framkom att silveroxel och oxel, som arter, i sig inte kan förklara rotskadorna vid Trollstigen, Slättängsvägen och Dammstorpsvägen. I stället kan uppbyggnaden vara en mer avgörande faktor.

Vid Trollstigen har ingen särskild växtbädd anlagts, utan träden är planterade i ett restutrymme mellan cykelbana och bäck. Detta innebär sannolikt att rötterna har haft begränsad rotningsbar volym. Trots att arterna generellt klarar perioder av torka, finns en närliggande bäck som borde tillgodose vattenbehovet. Därför framstår det som mindre troligt att rötterna aktivt sökt sig till kondenslagret som bildas under asfalten. Vid Slättängsvägen och Dammstorpsvägen är förhållandena annorlunda. Träden här är planterade i trädgropar fyllda med matjord, vilket innebär att rotsystemen sannolikt har haft bättre tillgång till utrymme jämfört med Trollstigen. Samtidigt varierar trädgropens uppbyggnad mellan platserna, vilket försvårar en entydig tolkning.

En annan möjlig förklaring till rotinträngningar är cykelbanans konstruktion. Slättängsvägen och Dammstorpsvägen har en tjockare överbyggnad på 300 mm respektive 290 mm, medan Trollstigen har betydligt tunnare överbyggnad på 125 mm. Trots dessa skillnader finns inget tydligt samband som tydligt kan koppla vare sig trädart, växtbäddens uppbyggnad eller cykelbanans konstruktion till rotskadorna.

Utifrån detta kan det tolkas som att varken arterna silveroxel och oxel eller de enskilda konstruktionerna ensamt kan förklara problemet, utan snarare att orsaken sannolikt är en kombination av flera faktorer.

5.1.5 Jämförelse mellan kommuner

I avsnitt 2.4.2 *Konsekvenser av rotinträngningar* nämndes att Malmö har en registrerad andel rotinträngningar på 5 %. Uppgifter om förekomst av rotskador i andra svenska kommuner finns däremot inte tillgängliga i detalj, vilket innebär att direkta jämförelser mellan kommunerna inte kan göras. Ett genomsnitt för hela Sverige uppgår dock till 22 %.

I inventeringsrapporten som tagits fram i samband med skadeinventeringen anges ingen tydlig förklaring till varför Malmö uppvisar en lägre andel rotskador än övriga delar av landet. Detta överensstämmer inte med resultaten från Larsson, et al. (2022), där ett samband mellan mildare klimat och ökad förekomst av rotskador på cykelbanor återfinns. Eftersom Malmö har ett relativt mildt klimat borde staden, utifrån detta samband, snarare ha en högre skadefrekvens än övriga delar av Sverige. Resultatet tyder därför på att skillnaden sannolikt beror på andra faktorer än klimatet.

En möjlig förklaring till skillnaderna kan vara variationer i hur gång- och cykelbanor dimensioneras. I avsnitt 2.3.4 *Skillnader mellan kommuner i Sverige* jämförs dagens standarder, där det framgår att överbyggnader längre norrut generellt dimensioneras med tjockare förstärkningslager och mjukare bindemedel. Däremot saknas både historiska standarder och skadeförekomst för de andra kommunerna, vilket begränsar möjligheten att dra säkra slutsatser om samband mellan konstruktion och skador. Därmed går det inte att avgöra om överbyggnadens tjocklek eller materialval samvarierar med förekomst av rotskador på nationell nivå.

5.2 Metoddiskussion

Studien bygger både på GIS-analyser och fysisk inventering i Malmö, vilket har möjliggjort en omfattande bedömning av sambandet mellan träd och rotskador. Samtidigt har metoden inneburit vissa begränsningar och osäkerheter som kan ha påverkat resultatet.

En stor andel platser kunde inte bedömas enbart genom GIS och behövde därför kontrolleras vid den fysiska inventeringen. Analysen i GIS visade sig dessutom vara tidskrävande samtidigt som informationsunderlaget i flera fall var begränsat eller otillräckligt. Eftersom flertalet uppgifter behövde verifieras i fält i efterhand hade det sannolikt varit mer effektivt att genomföra den fysiska inventeringen i ett tidigare skede och därefter komplettera med GIS-analyser.

I fält verifierades kopplingen mellan rotskada och träd, trädens vitalitet, diameter samt det längsta avståndet mellan träd och rotskada. Det kan inte med säkerhet påvisas att bedömningen av vilket träd som har orsakat skadan är korrekt utförd eftersom ingen utgrävning har genomförts på plats. I vissa fall kunde även ett och samma träd orsaka flera skador, vilket gjorde bedömningen mer komplex. Det framgick inte alltid tydligt vilket träd som orsakat en specifik skada. Sådana rotskador exkluderades från analysen för att minska risken för felaktiga samband. Exkluderingen av träd kan dock ha medfört att viss relevant information gått förlorad och i sin tur möjligheten att identifiera alla samband mellan träd och rotskador. Det förekommer även träd i Malmö som inte har blivit inventerade och fått sin vitalitet uppdaterad på 10 år eller mer. Detta kan påverka uppfattningen om gatuträdens egentliga välmående, men tills alla träd har fått en ny vitalitetsbedömning kan inga säkra slutsatser dras från denna data. Inventeringen innehåller också potentiella felkällor kopplade till mätningar och bedömningar i fält, exempelvis felmätningar av diameter eller subjektiva bedömningar av vitaliteten. För att minska osäkerheterna jämfördes insamlade värden med befintliga data för att kontrollera resultatens rimlighet. Trots detta kan vissa avvikelser och felbedömningar ha förekommit.

Det är viktigt att beakta att stamdiametern registrerades vid inventeringen år 2026, medan skadeinventeringen genomfördes år 2024. Diametern motsvarar därmed inte exakt trädets storlek när rotskadan uppstod, vilket kan påverka analysens perspektiv.

En problematik i studien var den begränsade tillgången till information om konstruktionerna. Alla ritningar fanns inte tillgängliga i ritningsarkivet, bland annat eftersom vissa ej hade dokumenterats vid byggnation eller var för gamla. Det gick heller inte att säkerställa att de ritningar som användes helt överensstämde med den faktiska konstruktionen i fält. Studien bygger därför på antagandet att de tillgängliga ritningarna har varit korrekta och representativa.

Det finns flera förbättringar som kan genomföras i framtida studier. En tidigare och mer kontinuerlig kontakt med personer med särskild trädkunskap hade sannolikt kunnat förbättra både planeringen och kvalitetssäkringen av inventeringen. Ett mer omfattande GIS-underlag hade också kunnat minska behovet av kompletterande kontroller i fält och därmed effektivisera arbetsprocessen. Vid framtida studier hade det varit intressant att genomföra uppgrävningar vid utvalda platser för att möjliggöra en närmare studie av rotsystemen utbredning och interaktion med överbyggnaden. Det hade även varit relevant att genomföra provtagning av konstruktioner både med och utan rotinträngningar för att möjliggöra en säkrare jämförelse av exempelvis materialegenskaper, packningsgrad samt syre- och fukthalt.

6 Slutsatser

Studien har undersökt vilka trädegenskaper som påverkar rotinträngningar, hur cykelbanans konstruktion påverkar skadeförekomsten, samt hur växtbäddens utformning kan minska konflikter mellan träd och cykelinfrastruktur. Följande slutsatser har tagits fram:

- Rotskador uppstår främst genom ett samspel mellan flera faktorer, som trädens ålder och storlek, cykelbanans konstruktion samt växtbäddens utformning.
- Träd som planterades under 1960– och 1970-talet är överrepresenterade bland de träd som orsakar rotskador, vilket sannolikt hör samman med dåtidens planeringsideal (SCAFT) och äldre konstruktionsprinciper.
- Träd och cykelbanor har i många fall anlagts samtidigt. Tiden för anläggning bedöms inte ha någon avgörande påverkan på uppkomsten av rotskador.
- Rotskador identifieras oftast vid stamdiametrar över 15 cm och majoriteten av skadorna sker inom 4 m från trädet.
- Vitpil är den art som har orsakat flest rotskador i Malmö, medan sambandet mellan skadeförekomst och andra vanliga arter, som oxel, platan, silveroxel och parklind, är mindre tydligt.
- Något tydligt samband mellan trädens vitalitet och förekomsten av rotskador har inte identifierats.
- Hårdgjorda miljöer, främst gatumiljö, och begränsade växttytor bidrar till ökad konflikt mellan rötter och cykelbanor.
- Tunnare överbyggnader är mer känsliga för deformationer från rötter.
- Genomtänka växtbäddar, multifunktionella lösningar och skelettjordar tycks kunna minska risken för framtida rotskador, även om långsiktiga effekter ännu inte kan fastställas.

6.1 Rekommendationer till framtida studier

För framtida studier rekommenderas att skador orsakade av annan vegetation än träd, exempelvis buskar och gräsintrång, inkluderas för att skapa en mer heltäckande förståelse av vegetationens påverkan på cykelinfrastrukturen. I denna studie har rotskador från buskar exkluderats, medan gräsintrång redan var uteslutna i den ursprungliga skadeinventeringen.

Vidare bör närhet till vattenkällor, som hav, vattendrag eller dagvattenbrunnar, beaktas i framtida analyser. Tillgång till vatten kan påverka trädens rotutveckling och därmed även risken för rotinträngningar. Denna faktor hade därför kunnat bidra med ytterligare perspektiv till resultaten.

Det kan även vara relevant att följa upp och utvärdera effekterna av multifunktionella ytor och moderna växtbäddslösningar, eftersom dagens konstruktioner fortfarande är relativt nya och deras långsiktiga funktion ännu inte kunnat bedömas fullt ut.

Slutligen rekommenderas mer ingående jämförande studier mellan kommuner där både historiska konstruktionsdata och skadefrekvens analyseras. Särskilt fokus bör ligga på överbyggnadens tjocklek och materialval.

7 Referenser

- Adlers, C., 2010. *Kriget mot rötterna*. [Online]
Available at: <https://stadsbyggnad.org/2010/kriget-mot-rotterna/>
[Använd 6 mars 2026].
- Agardh, S. & Parhamifar, E., 2021. *Vägbyggnad*. 3 red. LIBER.
- Andreasson, F. & Fransson, A.-M., 2017. *Rottillväxt i växtbäddar med skelettjord*, Vinnova.
- Asfaltboken, u.å.. *Proportionering*. [Online]
Available at: <https://asfaltboken.se/proportionering/>
[Använd 23 februari 2026].
- Atkins, E., 2018. Chapter 3.15 - Green Streets as Habitat for Biodiversity.
- Bellan, P., 2025. *Träd*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Teknisk-handbok/Park--och-gronytor/Trad.html>
[Använd 10 februari 2026].
- Boverket; Trafikverket; SKL;, 2015. *Trafik för en attraktiv stad*.
- Boverket, 2010. *Mångfunktionella ytor – Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönsstruktur*.
- Boverket, 2019. *Konsten att bygga en stad - svenska stadsplaner genom seklerna*.
- Emanuel, M., 2014. *Cykelstad Malmö*. Malmö: C A Andersson.
- Embrén, B., Alvem, B.-M., Stål, Ö. & Orvesten, A., 2009. *Växtbäddar i Stockholm Stad: En handbok*, Trafikkontoret Stockholms stad.
- Funke, M., 2025. *Rekordmånga träd planteras i Malmö – dyraste kostar 160 000*. [Online]
Available at: <https://www.sverigesradio.se/artikel/rekordmanga-trad-planteras-i-malmo-dyraste-kostar-160-000>
[Använd 19 mars 2026].
- Hellman, F., 2017. *Accelererad provning av dränerande markstensytor med HVS - utrustning*, VTI.
- Hogic, E. & Johansson, A., 2023. *Bärighetsutredning av sekundära ballastmaterial*, Lund: Examensarbete Lunds Universitet.
- Kuo, F. E. & Sullivan, W. C., 2001. Environment and Crime in the Inner City: Does Vegetation Reduce Crime?. *Environment and Behavior*, 33(3), pp. pp. 343-367.
- Larsson, A.-L., 2022. Skenande asfaltspris stoppar många underhållsprojekt. *Masinentreprenören*, 11 07.
- Larsson, M., 2025. *Structural design, degradation and condition assessment of cycle paths*. KTH Royal Institute of Technology.
- Larsson, M., Niska, A. & Erlingsson, S., 2022. Degradation of Cycle Paths— A Survey in Swedish Municipalities. *CivilEng*, Volym 3, pp. 184-210.

- Larsson, M., Niska, A. & Erlingsson, S., 2025. *Structural distress of cycle paths – the effect of heavy loading and groundwater table in full-scale testing*.
- Leijonhielm, P., 2020. *Cykelstaden Malmö*, Lund: Lunds universitet.
- Lucke, T. & Beecham, S., 2019. An infiltration approach to reducing pavement damage by street trees. *Science of the Total Environment*, Issue 671, pp. 94-100.
- Luke, T. o.a., 2011. *Using permeable pavements to promote street tree health, to minimize*, Porto Alegre/Brazil: 12th International Conference on Urban Drainage.
- Lundahl, J., 2024. *Klimatanpassning av samhällsviktig verksamhet - juridiska utmaningar*, Göteborg: RISE.
- Malmö stad, 2025a. *Cykelbanor och bilvägar*. [Online]
Available at: <https://miljobarometern.malmo.se/trafik/cykling/cykelbanor-och-bilvagar/compare#mbContentMenu>
[Använd 2 mars 2026].
- Malmö stad, 2025b. *Cykelstaden Malmö*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Resande-och-infrastruktur/Bast-pa-cykel/Cykelstaden-Malmo.html>
[Använd 2 mars 2026].
- Malmö stad, 2026a. *Funktionsbeskrivning Drift- och underhåll i Malmö stad*.
- Malmö stad, 2026b. *Grönska för alla med modellen 3-30-300*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Gronska-och-vatten/Gronska-for-alla-med-modellen-3-30-300.html>
[Använd 28 januari 2026].
- Malmö stad, u.å.a. *Teknisk handbok*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Teknisk-handbok.html>
[Använd 8 april 2026].
- Malmö stad, u.å.b. *Webbkartan - geografisk information*. [Online]
Available at: <https://cityofmalmo.omniacloud.net/komin/it-system/administration-och-styrning/mmap>
[Använd 18 mars 2026].
- Meksi, A. o.a., 2024. *Experimental study of the mechanical behavior of dam sediment reinforced by geotextiles and geogrids*, Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier.
- Mullaney, J., Lucke, T. & Trueman, S. J., 2015. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, februari, pp. 157-166.
- Murén, P. & Didriksson, O., 2019. *Krossmaterial från ett entreprenörsperspektiv med fokus på tillverkning och karakterisering*, SBUF.
- Nederman, V., 2022. *Kunskapssammanställning över kravställning på cykelbanor inom kommuner*, Lund: Lunds universitet.
- Niska, A., 2006. *Cykelvägars drift- och underhållsstandard: intervjuer med 13 cykelkommuner*, Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Niska, A., 2011. *Cykelvägars standard : en kunskapssammanställning med fokus på drift och underhåll*. VTI.
- Niska, A., Gustafsson, M. & Sjögren, L., 2011. *Jämnhetsmätning på cykelvägar*, VTI.
- Nordlund, J., 2026. *Cykelbanans historia* [Muntlig] (7 maj 2026).

- Nässlander, G., 2022. *Träddiversitet, men hur mycket?*, Trädkontoret.
- Pettersson, A., 2026. *Idas ovanliga jobb: Kolla hur 90 000 träd mår*. [Online]
Available at: <https://www.sverigesradio.se/artikel/idas-udda-jobb-kolla-hur-90-000-trad-mar>
[Använd 18 mars 2026].
- Ramboll, 2024. *Beläggningssinventering GC-vägar 2024 [internt material]*, Malmö stad.
- Randrup, T., McPherson, E. & Costello, L., 2001. A review of tree root conflicts with sidewalks, curbs, and roads. *Urban Ecosystems*, September, pp. 5(3):209-225.
- Redelius, P., u.å.. *5 Bindemedel*. [Online]
Available at: <https://asfaltboken.se/bindemedel/>
[Använd 12 04 2026].
- Rothhämel, M., 2022. *On Rolling Resistance of Bicycle Tyres*, Stockholm.
- Schantz, P., 2010. *Gå och cykla för ökad hälsa*, Trafikverket.
- Sjöman, H. & Slagstedt, J., 2015. *Stadsträddlexikon*. Lund: Studentlitteratur.
- SKL, 2016. *Skulden till underhåll*, LTAB.
- Statens planverk, 1968. *SCAFT 1968: Riktlinjer för stadsplanering med hänsyn till trafiksäkerhet*. Karlshamn.
- Statens Planverk, 1968. *SCAFT 1968: Riktlinjer för stadsplanering med hänsyn till trafiksäkerhet*. Karlshamn.
- Stockholm Vatten och Avfall, 2025. *Genomsläpplig beläggning*.
- Stockholms stad, 2018. *Växtbäddar i Stockholms stad - en handbok 2017*.
- Sulejmani, P., 2025a. *Överbyggnader*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Teknisk-handbok/Gatubyggnad/Overbyggnader.html>
[Använd 9 februari 2026].
- Sulejmani, P., 2025b. *Asfalt*. [Online]
Available at: <https://malmo.se/Teknisk-handbok/Gatubyggnad/Belaggnings/Asfalt.html>
[Använd februari 2026].
- Sundell, A., 2009. *Guide: Regressionsanalys*. [Online]
Available at: <https://spssakuten.com/2009/12/21/regressionsanalys-1/>
[Använd 12 maj 2026].
- Sundell, A., 2011. *Guide: Faktoranalys*. [Online]
Available at: <https://spssakuten.com/2011/12/29/guide-faktoranalys/>
[Använd 11 maj 2026].
- Sun, Z. o.a., 2024. A state-of-the-art review on rolling resistance of asphalt pavements and its environmental impact. *Construction and Building Materials*, Volym 411.
- Svensk Markbetong, 2019. *Fördröjning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning*.
- Svensson, M., 2026. *Malmö stads växtbäddar* [Muntlig] (19 mars 2026).
- Svevia, u.å.. *Bergkross*. [Online]
Available at: <https://www.svevia.se/vart-erbjudande/grus-och-kross/bergkross>
[Använd 23 February 2026].
- Thynell, A., Fridell, K., Bruhn, F. & Fors, J., 2020. *Levande gaturum - en handbok i Blågröngrå system*, Edge.

- Trafikverket, 2011. *TRVK Väg*.
- Trafikverket, 2014. *Val av beläggning*.
- Trafikverket, 2022. *Mobilitet för gående, cyklister och mopedister – En handbok med fokus på planering, utformning, underhåll och uppföljning*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2023. *TRVINFRA-00224*.
- Trafikverket, 2025. *Trafikstrategiskt arbete – Tillgänglighet i ett hållbart samhälle*. [Online]
Available at: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/samspel-mellan-trafik-och-bebyggelse/Planera-for-hallbara-stader-och-attraktiva-regioner/Trafik-for-en-attraktiv-stad/>
[Använd 28 April 2026].
- Tranås kommun, 2022. *Skydd av träd vid grävarbeten*, Samhällsbyggnadsförvaltningen Parkavdelningen.
- Trädkontoret, 2025. *3+30+300 principen: Handbok*.
- Ulmgren, N. & Lundström, R., 2004. *TEKNISK OCH EKONOMISK VÄRDERING AV ASFALTMASSOR MED RETURASFALT*, NCC Roads Sverige.
- VA-guiden, u.å. *Vad är en skelettjord?*. [Online]
Available at: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/skelettjord/>
[Använd 20 mars 2026].
- Vägverket, 1994. *Väg 94*.
- Vägverket, 2003. *Typblad, kontrollblad, bindemedel och konstruktionstyper för bitumenbundna lager*, Trafikverket.
- Vägverket, 2005. *ATB Väg 2005*.
- Wallberg, S. o.a., 2010. *GCM-handbok: Utformning, drift och underhåll med gång-, cykel-, och mopedtrafik i fokus*. Trafikverket.
- Westergren, P., 2004. *Handbok för återvinning av asfalt*, Vägverket.
- Wiman, L. G. & Tholén, O., u.å. *3 Vägens uppbyggnad*. [Online]
Available at: <https://asfaltboken.se/vagens-uppbyggnad/>
[Använd 26 februari 2026].
- Wågberg, L.-G., 2004. *Genomgång av europeisk litteratur om dränerande asfalt*.
- Wågberg, L.-G., 2013. *7 Val av beläggning*. [Online]
Available at: <https://asfaltboken.se/val-av-belaggnings/>
[Använd 2 mars 2026].
- Zetterlund, C., 2019. *Vad kommer 1 % höjning av krontäckningsgraden*, Alnarp: Examensarbete SLU.
- Žižlavská, N., Mikita, T. & Patočka, Z., 2021. The Effects of Roadside Woody Vegetation on the Surface Temperature of Cycle Paths. *Land*, 10(5), p. 10.
- Östberg, J., 2007. *Rotinträngning i VA-ledningar - En fallstudie i Växjö*, ALNARP: Examensarbete SLU.
- Östberg, J. & Rowicki, E., 2022. *Standard för trädinventering i urban miljö Version 3.0*, Svenska Trädföreningen.
- Östberg, J., Stål, Ö., Martinsson, M. & Fransson, A.-M., 2010. *Förebyggande av rotinträngningar i VA-ledningar - utveckling av beslutsstöd*, Svenskt Vatten Utveckling.

90

90

Bilaga 2 – Inventeringsdata

Punkt	Svårighetsgrad	Avstånd till rotskada [cm]	Stamdiameter [cm]	Vitalitet	Avstånd till cykelbana [cm]	Obj. Nr. träd	Planteringsår	Funktionsbeskrivning	Art
1	2	50	29	1	0	160771	1993	T3	Platan
2	1	55	28	1	0	160689	1980	T3	Platan
3	1	34	44	1	0	160690	1993	T3	Platan
4	2	170	43	1	0	161764	1985	T3	Platan
5	2	22	54	1	0	159081	1970	T3	Platan
6	1	30	43	1	0	160863	1970	T3	Platan
7	2	70	53	2		159369	1980	T3	Platan
8	2	132	23	1	11	172618	1990	T3	Skogslind 'Rancho'
9		112	17	3	0	154651	1995	T3	Skogslind 'Rancho'
10		235	31	2	0	160514	1994	T3	Platan
11	3	570	95	1	26	157630	1975	T3	Svartpoppel
12	3	820	80	1	27	155633	1975	T3	Svartpoppel
13	3	700	71	2	27	156669	1975	T3	Svartpoppel
14	3	860	63	3	26	157726	1975	T3	Svartpoppel
15	3	520	54	2	28	154607	1980	T3	Svartpoppel
17	3	865	44	2	29	157553	1993	T3	Svartpoppel
19	2	1250	84	2	26	160958	1975	T3	Svartpoppel
20		355	20	1	0	162221	1990	T3	Oxel
21		130	19	1	0	150512	1993	T3	Oxel
22	1	125	21	2	10	154322	1990	T3	Oxel
23	1	195	22	2	12	146317	1990	T3	Oxel
30	2	215	34	1	22	162228	1985	T3	Oxel
31	1	280	34	1	16	161176	1985	T3	Oxel
32	2	295	0	1	12	156806	1960	T2	Hästkastanj
33	3	195	29	2	9	140295	1998	T3	Lind (okänd art/sort)
34	2	115	25	2	9	134659	1998	T3	Lind (okänd art/sort)
35		82	29	1	0	152452	1980	T3	Parklind
36	1	297	20	1	10	163802	1980	T3	Parklind
37	1	320	22	2	11	146550	1980	T3	Parklind
41	1	100	76	2	11	170945	1915	T3	Lind (okänd art/sort)
43	1	41	39	1	9	191110	1948	T3	Parklind
44		125	36	1	0	192234	1945	T7	Parklind
45	2	144	31	1	8	187438	1945	T7	Parklind
46	1	126	32	2	8	185171	1945	T7	Parklind
47	2	102	33	1	8	185203	1945	T7	Parklind
49	1	94	40	1	10	184859	1945	T7	Parklind
50	1	103	45	1	10	181162	1945	T7	Parklind

54	1	109	47	1	8	199681	1945	T7	Parklind
55	1	104	45	1	8	200429	1945	T7	Parklind
57	1	278	58	2	23	195048	1950	T2	Parklind
58	1	113	36	1	6	200487	1980	T3	Skogsek
59	2	41	41	2	4	196871	1980	T3	Skogsek
60	1	227	37	1	4	202584	1985	T3	Skogsek
61	1	68	41	2	7	195166	1985	T3	Skogsek
62	2	212	35	1	10	176112	1995	T3	Oxel
63	2	117	37	3	8	178296	1980	T2	Vitpil
64	1	290	63	3	19	236179	2000	T2	Vitpil
65	2	390	48	3	21	236178	2000	T2	Vitpil
66		92	75	1	0	171493	1935	T3	Parklind 'Zwarte Linde'
67	2	282	20	1	14	213896	2011	T3	Italiensk al
68	2	134	24	1	11	213895	2011	T3	Italiensk al
69	1	256	19	2	14	213915	2011	T3	Italiensk al
70	2	380	22	1	14	213913	2011	T3	Italiensk al
71	1	163	20	2	14	213910	2011	T3	Italiensk al
73	1	181	27	2	19	206236	2009	T3	Italiensk al
74		261	21	1	0	206105	2009	T3	Italiensk al
75	2	290	24	1	11	183707	2005	T2	Svarttall
83	1	146	21	2	13	219148	2013	T3	Tall 'Norske Typ'
84	1	138	24	1	14	219144	2013	T3	Tall 'Norske Typ'
87	1	344	36	1	13	141991	1970	T5	Vitpil
88	1	232	33	1	14	142006	1990	T5	Vitpil
89	1	200	52	2	19	147231	1970	T0	Fontänpil
91	2	323	47	1	17	141014	1970	T5	Vitpil
92	1	216	41	1	17	137601	1970	T5	Vitpil
93	1	152	41	1	19	137603	1970	T5	Vitpil
94	1	159	36	1	17	134011	1975	T5	Vitpil
95	1	706	41	1	10	137608	1975	T5	Vitpil
97	1	232	48	1	14	137611	1980	T5	Vitpil
98	2	285	22	2	17	160601	2008	T3	Skogsek fk ULTUNA E
99	1	200	24	1	17	147729	1994	T3	Jättevixel
100	1	464	26	1	19	147743	1994	T3	Jättevixel
101	1	350	25	1	19	146632	1999	T3	Jättevixel
103	1	121	24	1	6	146490	1980	T3	Rysk lönn
106	1	380	36	2	27	148632	1980	T3	Skogslind
110	2	306	31	1	21	142402	1990	T3	Skogslind
111		342	16	1	0	216448	2012	T3	Korstörne 'Skyline'
112		327	13	1	0	216444	2012	T3	Korstörne 'Skyline'
113	1	125	23	2	24	251659	-	T2	Ask
115	1	235	48	2	19	149977	1975	T2	Fontänpil
116	1	478	48	2	30	150005	1970	T2	Vitpil
117	1	338	60	2	31	148951	1970	T2	Vitpil
118	2	178	48	1	19	182427	1975	T3	Apel (okänd art/sort)
119	1	356	46	1	16	182430	1975	T3	Apel (okänd art/sort)

120	1	209	25	1	10	198806	2005	T3	Silveroxel
121	2	130	26	1	10	198805	2005	T3	Silveroxel
122	2	118	23	1	11	198794	2005	T3	Silveroxel
123	1	216	27	1	11	198791	2005	T3	Silveroxel
124	1	134	26	1	10	198785	2005	T3	Silveroxel
125	2	269	23	1	9	197657	2005	T3	Silveroxel
126	1	396	82	2	24	225122	1960	T2	Ask
127	2	254	71	2	18	197625	1950	T2	Ask
128	1	104	19	1	6	198796	2005	T3	Silveroxel
129	1	125	20	1	6	198787	2005	T3	Silveroxel
130	2	126	24	1	8	199913	2005	T3	Silveroxel
131	1	157	21	1	8	199917	2005	T3	Silveroxel
132	2	143	21	1	9	199623	2005	T3	Silveroxel
133	2	187	21	1	8	199824	2005	T3	Silveroxel
134	3	105	23	1	7	199825	2005	T3	Silveroxel
135	2	118	22	1	13	198786	2005	T3	Silveroxel
136	3	105	20	1	13	199857	2005	T3	Silveroxel
138	1	1220	118	1	10	207397	1960	T3	Vitpil
139	1	545	72	1	10	207201	1960	T5	Vitpil
141	3	433	112	2	10	182322	1970	T2	Vitpil
142	1	396	39	2	21	207390	1970	T5	Vitpil
143	1	310	45	1	32	207284	1970	T5	Vitpil
148		820	88	1	0	183345	1970	T2	Pelarpoppel
149	1	1650	82	1	78	183361	1970	T2	Goliatpoppel
150	2	760	67	1	78	183362	1970	T2	Goliatpoppel
151	2	275	66	1	28	183365	1970	T2	Goliatpoppel
155	1	140	38	2	10	181247	1990	T2	Sötkörsbär
156	1	222	38	1	6	206993	1968	T5	Vitpil
157	3	382	69	1	21	207115	1970	T5	Vitpil
158	1	330	45	1	9	207047	1968	T5	Vitpil
159	1	270	87	3	20	206915	1970	T5	Vitpil
160	2	213	46	1	7	207357	1968	T5	Vitpil
161	1	92	46	1	7	207362	1968	T5	Vitpil
162	1	190	40	2	8	207358	1968	T5	Vitpil
163	1	186	44	1	7	207364	1968	T5	Vitpil
164	1	82	52	2	6	207376	1968	T5	Vitpil
165	1	180	32	1	5	206887	1968	T5	Vitpil
166	1	145	39	1	7	206888	1968	T5	Vitpil
167	2	100	22	2	6	206892	1982	T5	Vitpil
168	1	328	43	2	7	206894	1968	T5	Vitpil
169	1	165	39	1	7	206890	1968	T5	Vitpil
170	2	400	33	2	5	206895	1968	T5	Vitpil
171	2	126	45	1	11	207378	1968	T5	Vitpil
172	3	220	38	1	8	206843	1968	T5	Vitpil
173	3	278	48	1	8	206863	1968	T5	Vitpil
174	2	272	41	1	8	206867	1968	T5	Vitpil

175	1	80	42	1	8	206868	1968	T5	Vitpil
176	1	102	41	1	9	206873	1968	T5	Vitpil
177	1	70	45	1	6	206878	1968	T5	Vitpil
178	1	40	45	1	6	206886	1968	T5	Vitpil
179	1	133	42	1	6	206832	1968	T5	Vitpil
180	2	134	41	1	6	206831	1968	T5	Vitpil
181	2	310	40	1	6	206839	1968	T5	Vitpil
182	1	100	47	1	5	206837	1968	T5	Vitpil
183	1	140	34	1	6	206836	1968	T5	Vitpil
184	2	188	40	1	5	206913	1968	T5	Vitpil
185	3	320	42	1	6	206828	1968	T5	Vitpil
186	1	30	46	1	10	206914	1968	T5	Vitpil
187	2	81	44	1	6	207353	1968	T5	Vitpil
188	1	209	41	1	10	207048	1968	T5	Vitpil
189	1	33	39	2	9	207043	1968	T5	Vitpil
190	2	480	40	1	9	207044	1968	T5	Vitpil
191	1	140	68	1	10	207064	1968	T5	Vitpil
192	1	135	49	1	7	176695	1960	T3	Oxel
193	1	162	29	2	10	176691	1968	T3	Oxel
194	1	105	32	2	11	176689	1968	T3	Oxel
195	1	146	18	1	12	207313	1990	T3	Rönn/Oxel (okänd art/sort)
196	1	65	33	2	4	207314	1968	T5	Vitpil
197	1	141	32	1	4	207325	1968	T5	Vitpil
198	3	147	22	1	12	207329	1990	T3	Rönn/Oxel (okänd art/sort)
199	2	40	40	1	7	207331	1968	T5	Vitpil
200	1	126	45	1	7	207445	1968	T5	Vitpil
201	1	141	42	1	4	207444	1968	T5	Vitpil
202	3	153	47	1	3	207454	1968	T5	Vitpil
203	2	27	45	1	1	207458	1968	T5	Vitpil
204	3	136	43	1	2	207459	1968	T5	Vitpil
205	2	226	41	1	4	207463	1968	T5	Vitpil
206	2	267	43	1	4	207466	1968	T5	Vitpil
207	1	263	37	1	4	207470	1968	T5	Vitpil
208	2	69	36	1	4	206855	1968	T5	Vitpil
209	1	112	39	1	4	206815	1968	T5	Vitpil
210	1	220	35	1	4	207058	1968	T5	Vitpil
211	2	63	44	1	8	206959	1968	T5	Vitpil
212	3	100	56	1	6	207433	1968	T5	Vitpil
213	2	78	44	1	6	207437	1968	T5	Vitpil
214	2	97	35	1	7	207432	1968	T5	Vitpil
215	1	159	39	1	8	207419	1968	T5	Vitpil
216	2	74	35	1	8	207144	1968	T5	Vitpil
217	2	14	43	1	7	207424	1968	T5	Vitpil
218	2	50	43	1	8	207417	1968	T5	Vitpil
219	2	60	41	1	7	207162	1968	T5	Vitpil

220	2	250	39	1	10	207163	1968	T5	Vitpil
224	2	335	32	1	18	179579	2005	T2	Robinia
225	2	317	30	1	11	171663	2005	T3	Robinia
226	1	215	46	2	11	179149	1950	T2	Hästkastanj
227	2	90	40	2	13	192378	1950	T2	Hästkastanj
228	1	197	40	2	14	190137	1950	T2	Hästkastanj
229		267	25	1	0	214745	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
230	1	246	28	1	24	214753	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
231	1	558	26	1	24	214754	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
232	2	226	24	1	17	214762	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
233		115	23	1	0	214765	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
234	3	467	29	1	28	214772	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
236	2	187	26	1	26	214780	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
237	1	320	26	1	26	214782	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
238	1	593	26	1	27	214786	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
239	2	187	21	1	27	220247	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
240	1	300	27	1	28	214790	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
241	2	376	30	1	36	214981	2012	T3	Hybridalm 'Rebona'
242	1	185	18	1	11	221171	2011	T2	Robinia
243	1	200	18	1	11	221188	2011	T2	Robinia
248	1	184	21	1	10	205744	1995	T3	Oxel
249	1	118	21	1	9	205589	1995	T3	Oxel
252	1	268	63	3	15	210660	1945	T3	Oxel
253		304	50	2	0	172237	1945	T3	Hästkastanj
254	1	258	49	3	24	210795	1945	T3	Oxel
268	1	569	58	2	48	180676	1950	T2	Pelarpoppel
272	3	60	76	3	7	209161	1970	T3	Vitpil
273	3	70	74	2	0	208178	1930	T3	Ask
282	3	140	25	1	10	213097	2011	T3	Korallpil
283	2	112	25	1	13	213082	2011	T3	Korallpil
284	1	432	20	1	12	213084	2011	T3	Korallpil
290	1	278	16	1	19	211317	2004	T3	Jättevitoxel
291	1	700	78	3	56	210493	1940	T5	Vitpil
292	1	150	19	1	16	229971	2017	T3	Hybridalm 'Rebona'
295	1	465	23	1	20	223811	2015	T3	Robinia 'Nyirségi'
296	1	285	23	1	20	223820	2015	T3	Robinia 'Nyirségi'
297	2	30	45	4	0	187707	1930	T3	Parklind
298	3	233	45	1	18	185229	1950	T2	Ask
299	2	212	39	2	18	187203	1950	T2	Naverlönn
300	2	166	35	1	12	185116	1950	T2	Naverlönn
301		208	51	1	0	186384	1960	T2	Naverlönn

302	2	335	38	4	20	177599	1975	T3	Platan
303	2	138	19	2	13	176131	2003	T3	Platan
304	1	83	57	3	11	181192	1975	T3	Platan
305	1	390	49	3	13	186982	1975	T3	Platan
306	2	306	60	3	16	180310	1980	T3	Platan
307	1	228	44	4	8	201442	1975	T3	Platan
308	2	277	67	2	10	201783	1980	T3	Platan
309	2	568	43	2	31	204985	1970	T3	Fontänpil
310	1	600	63	2	61	202681	1970	T2	Fontänpil
312		212	32	2	0	209846	1980	T3	Lind (okänd art/sort)
314	2	212	42	1	27	235567	2012	T2	Robinia (okänd art/sort)
316	1	186	46	2	17	209516	1975	T3	Fontänpil
317	1	295	112	2	30	243481	1950	T2	Pil/Vide (okänd art/sort)
318	2	216	50	1	18	209608	1975	T5	Vitpil
322	1	298	41	1	24	209793	1960	T5	Vitpil
323	1	189	52	3	23	204772	1965	T2	Fontänpil
324		296	58	3	24	204798	1965	T2	Fontänpil
325	2	195	39	3	24	204797	1965	T2	Fontänpil
326		85	39	2	0	206076	1980	T3	Fontänpil
327	1	67	43	2	7	206088	1975	T3	Fontänpil
330	2	352	54	1	44	187604	1975	T2	Platan
331	2	240	88	1	17	171551	1970	T5	Vitpil
332	1	192	42	1	18	172312	1970	T5	Vitpil
333	1	182	48	1	18	174528	1970	T5	Vitpil
334	1	200	40	1	20	174377	1970	T5	Vitpil
335	1	253	46	1	19	175296	1970	T5	Vitpil
336	2	110	63	1	11	174716	1970	T3	Platan
337	2	500	35	2	43	169588	1970	T2	Kinesisk poppel
338	1	236	124	1	23	170158	1960	T2	Pelarpoppel
339		460	116	1	0	169926	1960	T2	Pelarpoppel
342	2	384	12	1	0	238607	2021	T3U	Türkisk ek
344	1	460	103	3	11	172809	1928	T3	Hästkastanj
345	2	210	41	2	10	150729	1987	T3	Glanslind
348	1	141	33	1	8	205698	1994	T3	Oxel
351	2	172	43	1	17	162885	1991	T2	Skogslönn
362	1	208	36	1	12	137120	1990	T3	Parklind
363	1	120	29	1	10	137148	1990	T3	Parklind
364	1	378	51	1	18	130283	1975	T3	Parklind
365	2	387	68	1	24	130295	1975	T3	Gulpil
366	1	736	81	1	23	135484	1975	T3	Gulpil
367	1	565	85	1	22	134999	1975	T3	Gulpil
368	2	229	75	1	25	135040	1975	T3	Gulpil
369	2	235	80	1	23	135039	1975	T3	Gulpil
370	1	330	93	1	21	135038	1975	T3	Gulpil
371		170	86	1	0	136089	1975	T3	Gulpil

372	1	217	74	2	21	137579	1975	T3	Gulpil
373	2	286	83	2	25	139963	1975	T2	Gulpil
375	1	570	59	3	50	144297	1975	T2	Goliatpoppel
376	2	896	83	1	52	144512	1975	T2	Goliatpoppel
380	3	866	51	1	21	140700	1985	T3	Fontänpil
381	2	960	32	1	83	139145	1985	T3	Platan
384	1	137	31	1	10	213367	2011	T3	Berlineral
385		220	25	1	0	213371	2011	T3	Berlineral
386	1	11	30	1	7	213376	2011	T3	Berlineral
387	2	940	121	1	12	159747	1920	T3	Goliatpoppel
388	2	305	46	1	19	174983	1970	T3	Parklind
389	2	120	82	2	12	236190	1960	T2	Kinesisk poppel
390	2	272	40	1	9	173030	1970	T3	Parklind
391	1	180	61	2	20	171713	1970	T3	Hästkastanj
392	2	165	61	1	19	171771	1970	T3	Hästkastanj
394	1	236	39	1	22	169952	1985	T2	Parklind
395	1	225	42	1	19	171017	1985	T2	Parklind
396	2	306	31	1	14	172908	1970	T5	Vitpil
398	1	195	25	1	10	162500	1970	T5	Vitpil
399		11	43	1	0	162186	1970	T5	Vitpil
400		148	34	1	0	162185	1970	T5	Vitpil
401	1	40	38	1	9	162183	1970	T5	Vitpil
402	1	60	101	2	14	162202	1970	T5	Vitpil
403	2	330	78	2	14	162201	1970	T5	Vitpil
404		80	70	2	0	162200	1970	T5	Vitpil
405	2	123	56	2	13	159334	1970	T5	Vitpil
406	1	163	36	1	16	170596	1970	T5	Vitpil
414	2	540	84	1	36	154948	1970	T2	Goliatpoppel
415	3	308	88	2	31	160235	1975	T3	Goliatpoppel
416	2	937	93	1	38	159376	1975	T2	Goliatpoppel
421	2	664	64	1	56	154456	1970	T2	Skogslönn
425	1	315	27	2	10	164045	1980	T3	Parklind
427	2	545	88	1	29	164862	1970	T2	Goliatpoppel
428		152	44	1	0	164958	1970	T5	Vitpil
429	2	192	47	1	16	164940	1970	T5	Vitpil
430	2	210	43	1	13	164932	1970	T5	Vitpil
432	1	118	36	1	7	164952	1980	T5	Vitpil
433		83	46	1	0	154293	1980	T5	Vitpil
434	1	120	56	1	10	153222	1980	T5	Vitpil
435	1	172	46	1	10	153223	1980	T5	Vitpil
436	1	160	45	1	9	153267	1980	T5	Vitpil
437	1	160	51	1	11	153268	1980	T5	Vitpil
438	1	132	49	1	11	153269	1980	T5	Vitpil
439	1	90	36	1	6	151009	1990	T5	Vitpil
440	1	120	48	1	6	154044	1980	T5	Vitpil
441	1	89	36	1	7	151057	1980	T5	Vitpil

443	1	60	32	3	5	151349	1970	T2	Naverlönn
444	3	66	38	3	5	151350	1970	T2	Naverlönn
446	2	60	71	1	4	150680	1975	T2	Robinia
447	2	115	76	2	10	162108	1975	T2	Robinia
451	1	298	86	1	29	134053	1955	T2	Gulpil
458	1	113	106	2	23	136796	1960	T3	Gulpil
468	2	370	59	1	14	142164	1970	T3	Naverlönn
469	1	120	70	1	16	146045	1970	T3	Naverlönn
470	2	121	81	2	18	147470	1960	T3	Gulpil
472	1	430	70	2	19	148478	1960	T3	Gulpil
473	2	230	78	2	18	147470	1960	T3	Gulpil
474	2	170	57	2	9	142162	1960	T3	Gulpil
476		170	67	1	0	129981	1970	T3	Hästkastanj
479	2	353	45	1	17	136040	1970	T3	Hästkastanj
481	1	178	47	1	17	134297	1970	T3	Hästkastanj
482	2	593	48	1	11	133925	1975	T5	Vitpil
483	2	130	53	1	16	136048	1975	T5	Vitpil
485	1	175	49	1	16	137150	1975	T5	Vitpil
486	1	222	40	1	17	134626	1970	T3	Hästkastanj
487	1	176	47	2	16	134300	1970	T3	Hästkastanj
488	2	350	35	1	17	134301	1970	T3	Hästkastanj
489	1	280	25	1	17	130017	1970	T3	Hästkastanj
505	1	260	25	1	16	135549	1975	T3	Naverlönn
506		263	67	1	0	134552	1960	T3	Naverlönn
508	1	225	41	1	19	143686	1994	T3	Pelarek
509	1	100	20	2	11	143709	1994	T2	Fylldblommigt fågelbär
511		890	60	1	0	145862	1995	T2	Pelarpoppel
513	1	260	34	1	12	144844	1993	T3	Asklönn
514	1	110	35	1	13	141871	1995	T5	Korallpil
517	1	324	65	1	27	129992	1970	T3	Platan
518	2	258	67	1	25	135081	1970	T3	Platan
519	1	823	53	3	30	221941	1985	T2	Italiensk pelarpoppel
520	1	785	58	1	41	221942	1985	T2	Italiensk pelarpoppel
521	1	667	81	1	20	221935	1985	T2	Italiensk pelarpoppel
522	1	32	55	1	7	138843	1970	T3	Platan
523	2	180	63	1	22	140950	1970	T3	Platan
524	2	220	39	1	22	140948	1990	T3	Platan
525	1	302	30	1	30	133518	2001	T2	Skogsek
527	1	1124	55	1	72	146412	1985	T2	Goliatpoppel
528	3	191	70	1	19	150391	1955	T2	Pelarpoppel
529	1	426	24	1	8	206304	1990	T3	Oxel
530	2	270	24	1	12	150401	1991	T3	Oxel
531	2	170	21	1	13	149324	1991	T3	Oxel
532	1	281	25	1	14	149325	1991	T3	Oxel
533	1	230	26	1	12	148197	1991	T3	Oxel
534	1	150	25	1	11	148153	1991	T3	Oxel

535	1	195	25	1	12	143463	1991	T3	Oxel
536	1	132	15	1	12	149083	1991	T3	Oxel
537	3	292	24	1	14	124628	1991	T3	Oxel
539	1	34	21	1	14	132742	1992	T3	Oxel
540	1	272	20	1	27	127266	1993	T2	Fylldblossigt fågelbär
541	2	110	24	1	13	126014	2000	T3	Skogslind
542	1	310	25	1	13	126012	2000	T3	Skogslind
543	1	120	24	1	12	126004	2000	T3	Skogslind
544	1	156	30	1	27	207831	2002	T3	Svarttall
545	1	245	32	1	30	207541	2002	T3	Svarttall
546	1	275	31	1	26	207583	2002	T3	Svarttall
547	1	435	35	1	26	207580	2002	T3	Svarttall
548	2	480	25	2	25	207549	2002	T3	Svarttall
549	2	315	59	1	28	132396	0	T3	Lind (okänd art/sort)
550	1	505	61	1	29	125293	0	T3	Okänd
551	2	788	131	2	75	228380	1930	T10	Goliatpoppel
552	1	138	10	1	10	238842	2022	T3U	Silveroxel
553	3	192	38	1	11	143466	1994	T3	Silveroxel
554	1	124	37	1	11	143477	1994	T3	Silveroxel
555	2	202	28	1	8	150267	1994	T3	Silveroxel
556	2	165	38	1	7	149099	1994	T3	Silveroxel
557	1	145	23	1	8	150223	1994	T3	Silveroxel
558	2	200	38	1	9	146962	1994	T3	Silveroxel
559	2	220	40	1	8	150284	1994	T3	Silveroxel
560	2	135	42	1	8	124586	1994	T3	Silveroxel
561	2	110	29	1	7	125517	1994	T3	Silveroxel
562	2	130	38	1	11	125499	1994	T3	Silveroxel
563	1	140	34	1	6	124282	1994	T3	Silveroxel
564	1	118	32	1	11	124280	1994	T3	Silveroxel
565	1	128	23	1	13	130075	1987	T3	Oxel
566	3	110	32	1	11	130074	1987	T3	Oxel
567	1	150	23	1	12	130069	1987	T3	Oxel
568	1	120	27	1	12	130095	1987	T3	Oxel
569	2	145	17	1	11	129762	1995	T3	Oxel
570	2	120	24	1	11	129761	1987	T3	Oxel
571	1	202	24	1	10	129760	1987	T3	Oxel
572	1	160	29	1	11	130988	1987	T3	Oxel
573	1	228	24	1	11	130998	1987	T3	Oxel
574	3	125	33	1	12	131374	1987	T3	Oxel
575	1	404	81	2	39	129550	1970	T2	Häckpoppel
579	2	150	37	1	8	147959	1975	T5	Vitpil
580	1	118	39	1	9	149068	1975	T5	Vitpil
581	1	315	41	1	8	147015	1975	T5	Vitpil
582	1	125	49	1	8	150218	1975	T5	Vitpil
583	2	172	52	1	6	150254	1975	T5	Vitpil
584	2	165	44	1	9	149129	1975	T5	Vitpil

585	3	300	47	1	9	149147	1975	T5	Vitpil
586	2	132	48	1	8	149131	1975	T5	Vitpil
587	1	196	55	1	6	146063	1975	T5	Vitpil
588	1	335	43	1	5	148319	1975	T5	Vitpil
589	2	140	46	1	8	147188	1975	T5	Vitpil
596	2	335	25	1	22	204722	2009	T3	Platan
597	1	546	90	1	28	142196	1965	T3	Goliatpoppel
598	1	360	24	1	18	150055	2009	T3	Platan
599	2	145	24	1	21	204530	2009	T3	Platan
600	1	205	27	1	20	204535	2009	T3	Platan
606	1	124	91	2	17	232064	1930	T3	Hästkastanj
608	2	207	70	1	8	211712	1965	T3	Vårtbjörk
609		1314	97	2	0	138197	1970	T2	Pelarpoppel
610	1	696	90	2	73	141672	1970	T2	Pelarpoppel
613		477	51	1	0	150461	1975	T2	Naverlönn
617	2	290	44	1	30	164410	1970	T5	Vitpil
618	1	368	51	1	22	164456	1970	T5	Vitpil
619	1	560	64	3	33	166167	1970	T2	Fontänpil
620	2	218	22	1	10	163628	2000	T3	Ask 'Westhof's Glorie'
621	2	445	19	1	9	163026	2000	T3	Ask 'Westhof's Glorie'
622		283	25	1	0	157682	2000	T3	Ask 'Westhof's Glorie'
627	1	255	124	2	15	136110	1975	T2	Vitpil
629	2	690	43	1	64	136829	1985	T5	Vitpil
630		741	36	1	0	136827	1985	T5	Vitpil
632	2	259	32	2	17	134646	1990	T3	Skogsek
633	2	386	35	1	18	134645	1990	T3	Skogsek
634	1	57	34	1	20	136079	1990	T3	Skogsek
635		54	30	1	0	136099	1990	T3	Skogsek
636	1	78	31	1	6	136119	1990	T3	Skogsek
639	3	391	66	1	20	152692	1975	T2	Robinia
640	2	355	38	1	10	160953	1970	T3	Platan
641	2	849	52	1	11	160929	1980	T3	Platan
642	1	124	30	1	9	161960	1980	T3	Platan
645	2	154	54	1	17	223503	1990	T0	Skogslönn
646	1	251	68	2	19	157694	1985	T2	Häckpoppel
647	2	455	40	1	16	152963	1975	T3	Parklind
660	3	89	22	1	9	175382	2000	T3	Italiensk al
661	1	82	25	1	8	172357	2000	T3	Italiensk al
662		126	27	1	0	171275	2000	T3	Italiensk al
665	2	647	60	1	59	163211	1950	T2	Tall
666	1	490	8	1	39	234695	2020	T2	Korstörne
667	1	678	89	1	66	187758	1985	T3	Goliatpoppel
668	1	575	50	1	47	181391	1985	T3	Goliatpoppel
671	1	337	94	1	30	153461	1975	T3	Vejksel

Bilaga 3 – Klassificering av trädarter

Klassificering av trädarterna som har orsakat rotskador gjordes med hjälp av *Stadsträdlexikon* av Henrik Sjöman och Johan Slagstedt (2015). Här utläses det om olika trädarters egenskaper samt om de motsvarar pionjärarter, sekundärarter eller ett mellanting.

De släkten som tydligt kan kopplas till pionjärarter är al-, apel-, björk-, ek-, tall-, poppel-, robinia- och videsläktet. Ett mellansteg utgörs av semipionjärarter, vilket bland annat innefattar körsbär- och häggsläktet. I dessa släkten ingår fågelbär och sötkörsbär samt vejsel. Lindsläktet framstår tydligt som sekundärarter.

För flera andra släkten framgår klassificeringen inte uttryckligen i boken, exempelvis lönn-, ask-, alm-, hästkastanj-, korstörne-, rönn- och oxelsläktet. I dessa fall bedöms klassificeringen utifrån artbeskrivningen. Inom lönnsläktet anges asklönn som pionjärart. Övriga lönnarter nämns inte lika tydligt, men utifrån deras egenskaper kan rysk lönn bedömas som semipionjärart, medan naverlönn och skogslönn snarare motsvarar sekundärarter. Asksläktet kan tolkas som semipionjärart, eftersom ask ofta är snabbväxande men samtidigt mer långlivade och konkurrenskraftiga än typiska pionjärträd. Hästkastanjer uppvisar flera drag som liknar sekundärarter, bland annat krav på god markfukt och goda växtförhållanden. Hybridalm är inte en tydlig pionjärart, men på grund av att den ofta beskrivs som snabbväxande samtidigt som den kan bli långlivad, kan den placeras som semipionjärart. Även platansläktet uppvisar en mellanposition. Trots god tolerans mot torra och varma miljöer utvecklas platan till stora och långlivade träd. Därför kan platan bedömas som semipionjärart snarare än ren pionjärart. Rönn- och oxelsläktet uttrycks inte heller i boken som tydlig pionjärart eller sekundärart, men deras egenskaper kan tolkas som semipionjärart (Sjöman & Slagstedt, 2015).