



Skov & Landskab

Center for Skov,
Landskab og
Planlægning • KVL

Evaluering af træplantningsmetoder i Københavns Kommune

Oliver Bühler, Palle Kristoffersen og Søren Ugilt Larsen

Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 27-2006

Rapportens titel

Evaluering af træplantningsmetoder i Københavns Kommune

Forfatter

Oliver Bühler, Palle Kristoffersen og Søren Ugilt Larsen

Billeder

Figur 2, 3 og 6: Vej & Park, Københavns Kommune

Figur 8: Palle Kristoffersen

Figur 48: Klaus Hansen Petersen, Vej & Park, Københavns Kommune

Øvrige billeder: Oliver Bühler

Dtp

Karin Kristensen

Serie

Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 27-2006

Rapporten publiceres elektronisk på www.SL.kvl.dk

ISBN

ISBN-10 87-7903-273-7

ISBN-13 978-7903-273-7

Udgiver

Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL

Hørsholm Kongevej 11

2970 Hørsholm

Tlf. 3528 1500

E-post: sl@kvl.dk

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af navnet *Skov & Landskab* kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Skov & Landskab er et
selvstændigt center for
forskning, undervisning,
formidling og rådgivning
vedr. skov, landskab og
planlægning ved Den
Kgl. Veterinær- og
Landbohøjskole (KVL)

Forord

Denne rapport præsenterer resultaterne fra en undersøgelse af bytræsplantningers vækst i København, gennemført i sommeren og efteråret 2005. Undersøgelsen omfatter 2520 træer plantet i perioden 1990 til 2001.

Undersøgelsen er bestilt af Københavns Kommune, Vej & Park. Projektet er gennemført som et samarbejdsprojekt mellem Vej & Park og *Skov & Landskab*, KVL og er ligeligt finansieret af parterne.

Tilrettelæggelsen og den praktiske gennemførelsen af undersøgelsen er sket i tæt samarbejde mellem Vej & Park og *Skov & Landskab*, KVL, på baggrund af oplysninger om planteprojekter, data fra træregistranten og den forskningsmæssige status på området. Vej & Park har stillet registreringsenhed PDA til rådighed for markregistreringerne samt ydet teknisk assistance.

Undersøgelsens resultater præsenteres i denne arbejdsrapport. Rapporten er tilgængelig på Vej & Parks hjemmeside www.vejpark.kk.dk og på *Skov & Landskabs* hjemmeside www.SL.kvl.dk.

Vej & Parks trægruppe har fungeret som referencegruppe for projektet. Klaus Hansen Petersen og Jens Jacob Knudsen har været kontaktpersoner og har bidraget til rapportens indhold.

Fra *Skov & Landskab* er undersøgelsen udført af Oliver Bühler, Søren Ugilt Larsen har foretaget de statistiske analyser, og Palle Kristoffersen er projektleder.

Januar 2006

Resumé

Træer plantet i byen er i hård konkurrence om pladsen med øvrige bymæssige aktiviteter, som bygninger, veje og belægninger samt installationer. Det kan derfor ofte være vanskeligt at forsyne træerne med det nødvendige rodvolumen, hvilket anses for den væsentligste enkeltårsag til bytræers vækstproblemer.

I Københavns Kommune har man de sidste 15 år arbejdet målrettet på at forbedre vækstbetingelserne for bytræer. Man arbejder ud over den traditionelle muldplantemetode med forskellige tiltag for at tilgodese træernes behov. Rodvenlige befæstelser, som kan udvide rodzonen under belægninger og samtidig fungere som et bærelag findes i to varianter: Gartnermacadam, en stenmatrix med muld i hulrummene og rodgrus, et grusbaseret materiale med tilsætning af kompost/spagnum. Derudover anvendes, hvor det kan lade sig gøre, superplankummer, som forsyner træet med et stort jordareal og stort jordvolumen.

Resultaterne viser, at plantning i konventionelle muldhuller (0,90 cm årlig diameter-tilvækst), plantning i gartnermacadam (0,95 cm) og plantning i rodgrus (0,94 cm) opnår sammenlignelige tilvækstrater. Træer plantet i superplankummer har højere tilvækstrater (1,11 cm) og en mere ensartet vækst.

På baggrund af disse resultater kan det konkluderes, at der kan opnås tilfredsstillende tilvækstresultater ved anvendelse af rodvenlige befæstelser, hvor andet ikke er muligt. Samtidig viser undersøgelsen dog, at de bedste resultater opnås i superplankummer, og denne løsning anbefales derfor overalt, hvor pladsforholdene tillader det.

I forhold til undersøgelsens gennemsnit (0,92 cm årlig diameter-tilvækst) opnåede slægterne *Populus* (1,99 cm), *Platanus* (1,01 cm), *Robinia* (1,15 cm) og *Fraxinus* (0,98 cm) gode tilvækstresultater. Dette indikerer, at disse slægter er hurtigt etablerende, og at de bedre kan klare de vilkår de stilles over for i byen.

Indhold

Forord	3
Resumé	4
Indhold	5
1. Baggrund og formål	7
2. Beskrivelse af plantemetoderne	9
2.1 Muldplantninger	9
2.2 Superplantekummer	11
2.3 Gartnermacadam	12
2.3.1 Anvendelse i Københavns Kommune	12
2.3.2 Forskningsmæssige erfaringer	13
2.4 Rodgrus	15
2.4.1 Anvendelse i Københavns Kommune	15
2.4.2 Forskningsmæssige erfaringer	16
3. Materiale og metode	18
3.1 Udvælgelse af beplantninger	18
3.2 Fremgangsmåde for målinger 2005	18
3.2.1 Måling af den permeable jordoverflade	19
3.2.2 Måling af stammeomfang	19
3.2.3 Bedømmelse af vitalitet	19
3.2.4 Andre iagttagelser	20
3.3 Projektdata fra Vej & Park	20
3.4 Referencemålinger på bytræsarboretet	20
3.5 Dataanalyse	21
3.5.1 Datasæt	21
3.5.2 Analyse af tilvækst i stammediameter	22
3.5.3 Præsentation af resultaterne	22
3.6 Problematiske aspekter ved undersøgelsen	23
4. Vækst resultater	24
4.1 Slægtsfordeling	24
4.2 Tilvækst - slægter	24
4.3 Tilvækst – plantemetoder	26
4.4 Tilvækst – vejklasser	27
4.5 Tilvækst – arter	28
4.5.1 Lind (<i>Tilia</i>)	28
4.5.2 Platan (<i>Platanus</i>)	31
4.5.3 Løn og Ahorn (<i>Acer</i>)	33
4.5.4 Ask (<i>Fraxinus</i>)	35
4.5.5 Poppel (<i>Populus</i>)	36
4.5.6 Eg (<i>Quercus</i>)	37
4.5.7 Robinia (<i>Robinia</i>)	37

4.5.8 Røn (<i>Sorbus</i>)	38
4.5.9 Tjørn (<i>Crataegus</i>)	39
4.6 Tilvækst – saltbeskyttelse	40
4.7 Tilvækst – elm i plantehullet	41
4.8 Tilvækst – dræn	41
4.9 Tilvækst og vitalitet	43
5. Rod- og jordundersøgelse Ved Stranden	44
5.1 Fremgangsmåde for undersøgelse af rodfordeling	44
5.2 Fremgangsmåde for jordundersøgelser	44
5.3 Resultater	45
6. Konklusioner	46
6.1 Udviklingspotentiale	47
7. Referencer og litteratur	49
Bilag	51
Bilag 1. Oversigt over plantenavne	51
Bilag 2. De enkelte plantninger	52
Bilag 3. Vejklasser	54
Bilag 4. Statistiske begreber	55

1. Baggrund og formål

Bytræer og specielt gadetræer vokser generelt under dårligere vilkår end træer på mere naturlige lokaliteter.

Et af de centrale problemer er konkurrencen om plads. Såvel over som under jorden må træerne dele pladsen med de forskellige former for installationer. Veje, cykelstier og fortove kræver et bærelag, som principielt er uegnet for rodvækst på grund af dets materialevalg og høje komprimeringsgrad. Dette medfører, at træerne ofte kun har relativt små, afgrænsede jordvolumener til rådighed for deres rodvækst.

Talrige undersøgelser har vist, at træers tilvækst, vitalitet og stabilitet hænger sammen med det jordareal, deres rødder har tilgang til. I Tyskland anbefales f.eks., at gadetræer skal have adgang til et jordvolumen med 12-16 m² overfladeareal og en dybde på minimum 0,8 m, optimalt 1,5 m, hvilket svarer til 10-25 m³ jord.

For at træer i byen kan opfylde deres tiltænkte funktion, er det nødvendigt, at de opnår en tilstrækkelig størrelse. For at træer langs gader kan opstammes til den krævede frihøjde, skal de kunne opnå en højde på ca. 15 m (Vej & Park 2003 »Byens Træer«). Det er således nødvendigt at skabe en sammenhæng mellem funktion, tilvækst og tilgængeligt jordvolumen allerede i den tidlige planlægning af nyanlæg og omlægninger.

For at udvide det jordvolumen, træernes rødder kan udnytte, har Vej & Park, Københavns Kommune, i de seneste 15 år udviklet og implementeret en række tiltag, som enten muliggør rodvækst under en belægning (rodvenlig befæstelse) egnet til let trafik (fodgængere, cyklister, parkering), eller som stiller et større jordvolumen til rådighed for det enkelte træ end den konventionelle plantemetode. Det er således muligt at kategorisere fire plantemetoder:

1. Den konventionelle plantemetode, i det følgende betegnet som en plantning i *muld*, beskriver et træ plantet i eksisterende eller nyt plantehul i eksisterende tværprofil uden yderligere ændringer af vækstforholdene.
2. *Superplantekummer*, som stiller et større jordvolumen til rådighed for træerne, opnået både ved et større overfladeareal og en dybere opgravning/jordløsning af plantehullet.
3. *Gartnermacadam*, som er en blanding af et bærende stenskelet og muldjord, der giver mulighed for rodvækst i hulrummene mellem stenene. Med gartnermacadam kan der skabes rodvækstarealer under belægninger på torve, cykelstier og fortove. I selve plantehullet plantes træet i muldjord.
4. *Rodgrus* kan ligeledes anvendes som underlag for belægninger til let trafik. Rodgrus er en blanding af sand/grus og kompost/spagnum, som muliggør rodvækst også i komprimeret tilstand. I selve plantehullet plantes træet i muldjord.

Evalueringen af bytræsplantninger i Københavns Kommune har primært til formål at undersøge de fire plantemetoders succesrate ved en analyse af tilvækstrater og vitalitet for udvalgte træplantninger.

Ud over selve plantemetoden indgår en række andre parametre i undersøgelsen. På denne måde søges at skabe et nuanceret billede af faktorer, som måtte have indflydelse på de enkelte træplantningers succesrate. Med det store datamateriale danner evalueringen grundlag for en omfattende vurdering af den nutidige tilstand af beplantninger anlagt mellem 1990 og 2000. Målingerne vil derudover kunne tilføjes det eksisterende træregister for Københavns Kommune og dermed danne grundlag for en yderligere fremtidig opfølgning på de udvalgte plantninger.

Etablering med en af de tre alternative metoder (superplantekumme, gartnermacadam og rodgrus) har større omkostninger pr. træ end den konventionelle etablering i muld, og der har derfor været behov for at skabe klarhed om metodernes succesrater i København.

Resultaterne af evalueringen vil kunne indgå i Vej & Parks beslutningsgrundlag, bidrage til at optimere praksis og minimere ressourceforbruget for fremtidige træplantninger.

Undersøgelsen er et eksempel på, hvordan data fra Københavns Kommunes træregister kan anvendes praksisnært i forhold til planlægning og projektering af fremtidige træplantninger, men også forskningsmæssigt ved at generere generel viden om bytræers vækst.

I undersøgelsens forløb opstod muligheden for at undersøge rodudviklingen for træer plantet i rodgrus, da lindetræerne Ved Stranden skulle fjernes. Observationer og resultater herfra indgår ligeledes i denne rapport.

2. Beskrivelse af plantemetoderne

Mange strukturer i byen kræver jordkomprimering i en sådan grad, at rodvækst ikke længere er muligt (Kristoffersen 1999). Komprimeringen er en teknisk nødvendighed, som forlænger bygningers og belægningers levetid, idet den forhindrer sætninger/hævninger som følge af belastning, frost eller vandbevægelse.

Træernes rodvækst er derfor ofte henvist til et mere eller mindre begrænset jordvolumen i selve plantehullet, som er tilsvarende begrænset med hensyn til vand og næringsstoffer (Nicoll & Armstrong 1998).

Principielt er der to tiltag til at udvide de tilgængelige jordvolumener som har fundet anvendelse i Københavns Kommune. For det første arbejdes der med de såkaldte rodvenlige befæstelser, hvor man opbygger befæstelser til let trafikerede arealer på en måde, som tillader rodvækst. Her har man arbejdet med a) en grusbaseret materialeblanding (rodgrus), som er komprimerbar og b) en matrixbaseret befæstelse, hvor hulrummene i et stenskelet fyldes med muldjord (gartnermacadam). For det andet har man arbejdet med en større dimensionering af plantehullet både med hensyn til dybde og overfladeareal i form af konceptet superplantekummer.

I de følgende afsnit gives der en beskrivelse af de forskellige alternative principper i forhold til den traditionelle plantning i »muld«.

2.1 Muldplantninger

En bytræsplantning etableret i muld kan dække over mange forskellige situationer. Det kan eksempelvis handle om en etablering i adskilte plantekummer med et ret veldefineret rodvolumen. Ligeledes kan det være en plantning i forskelligt dimensionerede græs- eller grusrabatter langs veje,



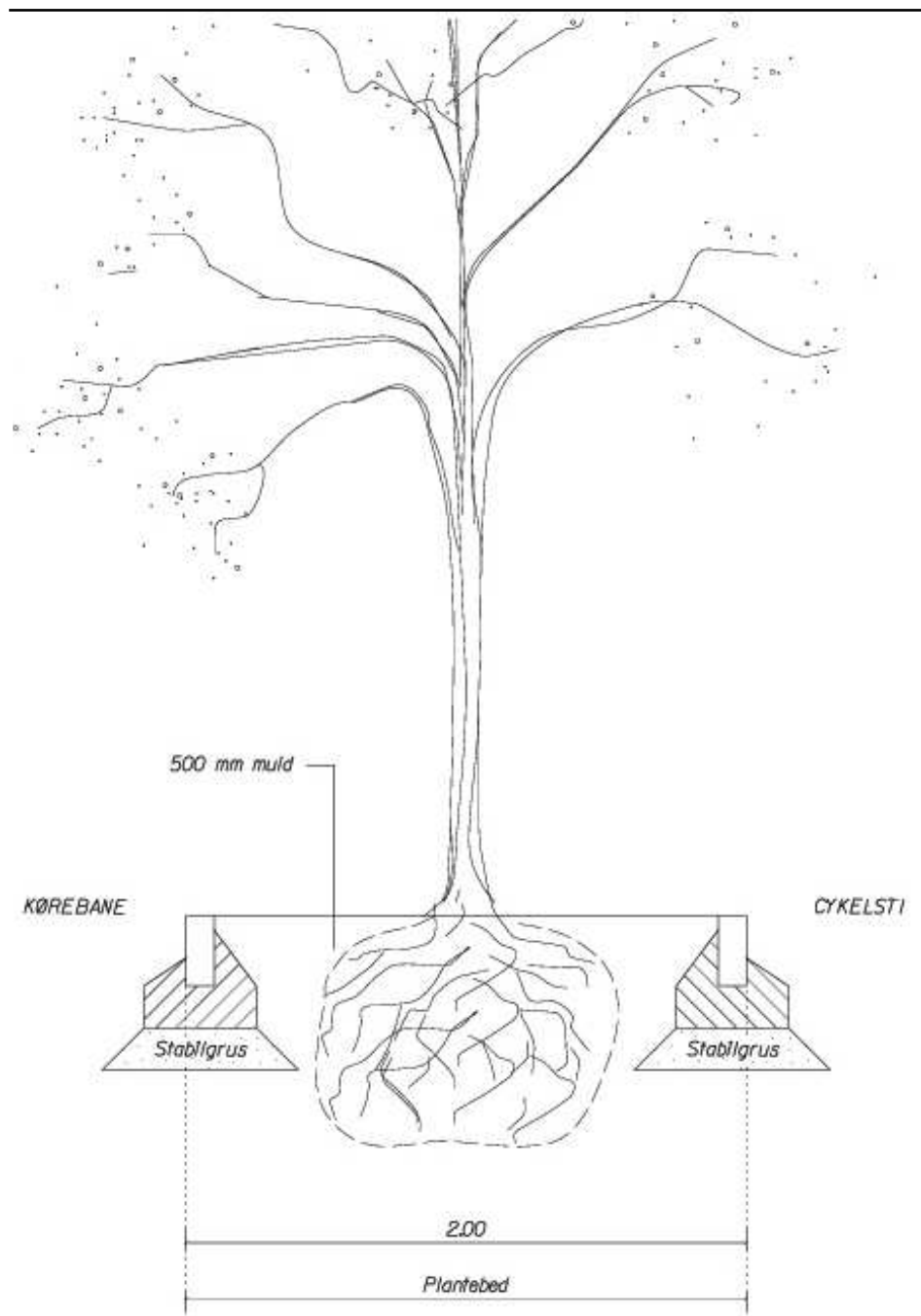
Figur 1: Muldplantninger omfatter flere situationer. Et eksempel er plantning i smal græsrabat (t.v. plataner, Østbanegade), et andet er plantning i en afgrænset plantekumme (t.h. kejsperlind, Blegdamsvej).

cykelstier eller fortove. Derudover vil også bytræer plantet i parker eller i parklignende situationer kunne defineres som plantet i muld.

Med hensyn til substrat kan en muldplantning være etableret i forskellige jordtyper og blandinger rækkende fra allétræsmuld (en sandblandet lerjord, se tabel 1) til de eksisterende, uforandrede jordforhold. Ved gadetræsplantninger udskiftes jorden typisk med allétræsmuld til en dybde af 50-60 cm (se figur 2).

Tabel 1: Sammensætning af allétræsmuld i Københavns Kommune.

Humus	4-5 %
Ler/silt (>0,02 mm)	15-20 %
Finsand (0,02-0,2 mm)	ca. 40 %
Grovsand (0,2-2,0 mm)	ca. 40 %



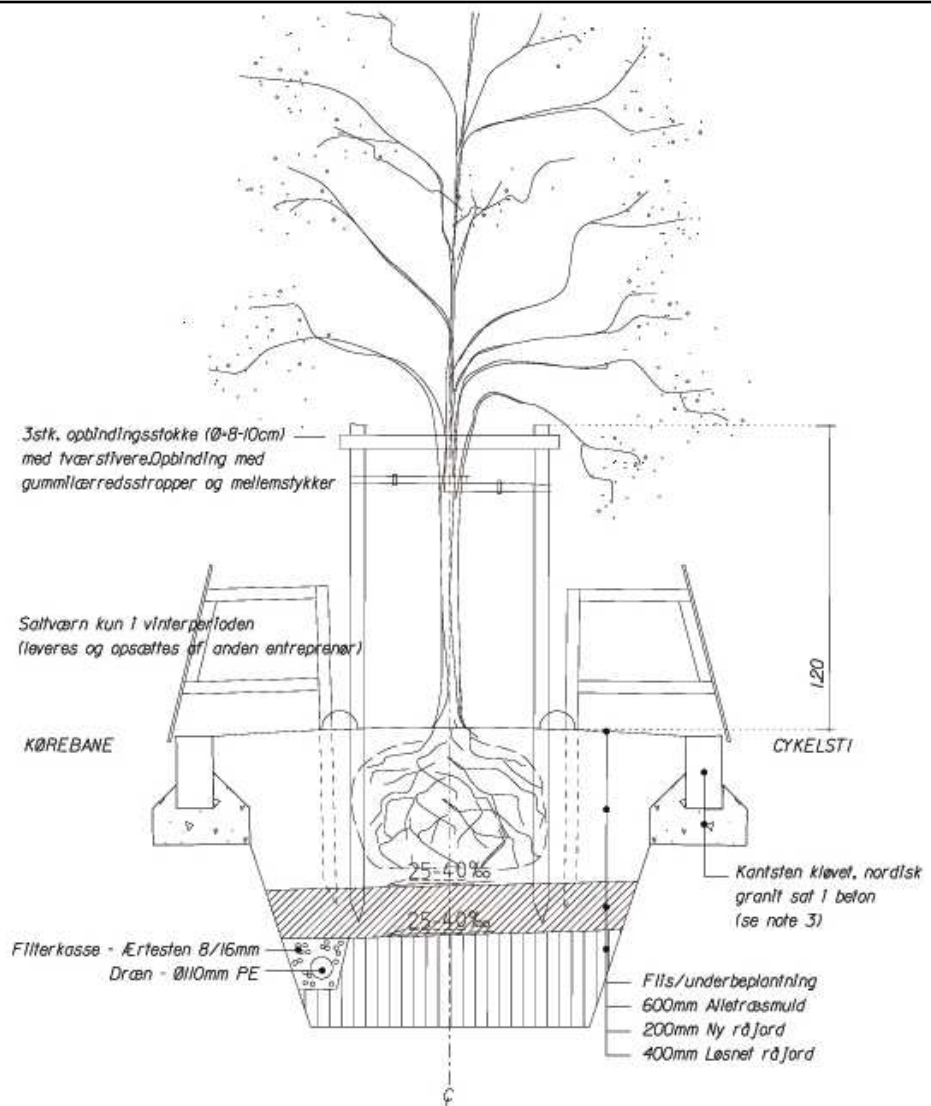
Figur 2: Principsnit af plantehul ved etablering i muld.

2.2 Superplantekummer

Superplantekummer ligner muldplantninger, for så vidt at der ikke er tale om opbygning af en rodvenlig befæstelse. Det overordnede koncept er at forsyne rødderne med den størst mulige vækstzone ved at kombinere dyb jordudskiftning og jordløsning med et stort overfladeareal. Plantehullet skal således have et overfladeareal mellem 12-15 m² pr. træ for at blive betegnet Superplantekumme, men der vil kunne være grænsetilfælde. Hullet graves op til en dybde af 0,8 m, hvorefter der foretages jordløsning på bunden af hullet. Hullet fyldes med 20 cm god, smuldrende råjord og 60 cm allétræsmuld. Der etableres evt. dræn i den løsnede råjordsbund (figur 3).

En superplantekumme er den mest pladskrævende løsning, men i forhold til etableringen af rodvenlig befæstelse mindre teknisk og tættest på mange anbefalinger om jordareal til gadetræer.

Eksempler på superplantekummer, som indgår i denne undersøgelse, kan findes på Amagerbrogade (*Platanus x acerifolia*) og H.C. Andersens Boulevard (*Tilia x europaea* 'Pallida').



Figur 3: Principssnit af en superplantekumme..



Figur 4: Plataner plantet i superplantekummer langs Amagerbrogade. Ved at indsnævre kørebanelen er der skabt plads til træer og parkeringspladser.



Figur 5: Superplantekumme på H.C. Andersens Boulevard med kejsperlind. Her blev der skabt plads til træerne ved at inddrage parkeringspladser.

2.3 Gartnermacadam

2.3.1 Anvendelse i Københavns Kommune

En macadamopbygget, rodvenlig befæstelse udgøres af to komponenter: Et stenskelet, der kan tage lasten fra en belægning, der befærdes med let trafik (ofte cykelstier, fortove eller parkeringsareal) og muldjord, som fyldes ind i bærelagets hulrum og udgør medie for rodvækst.

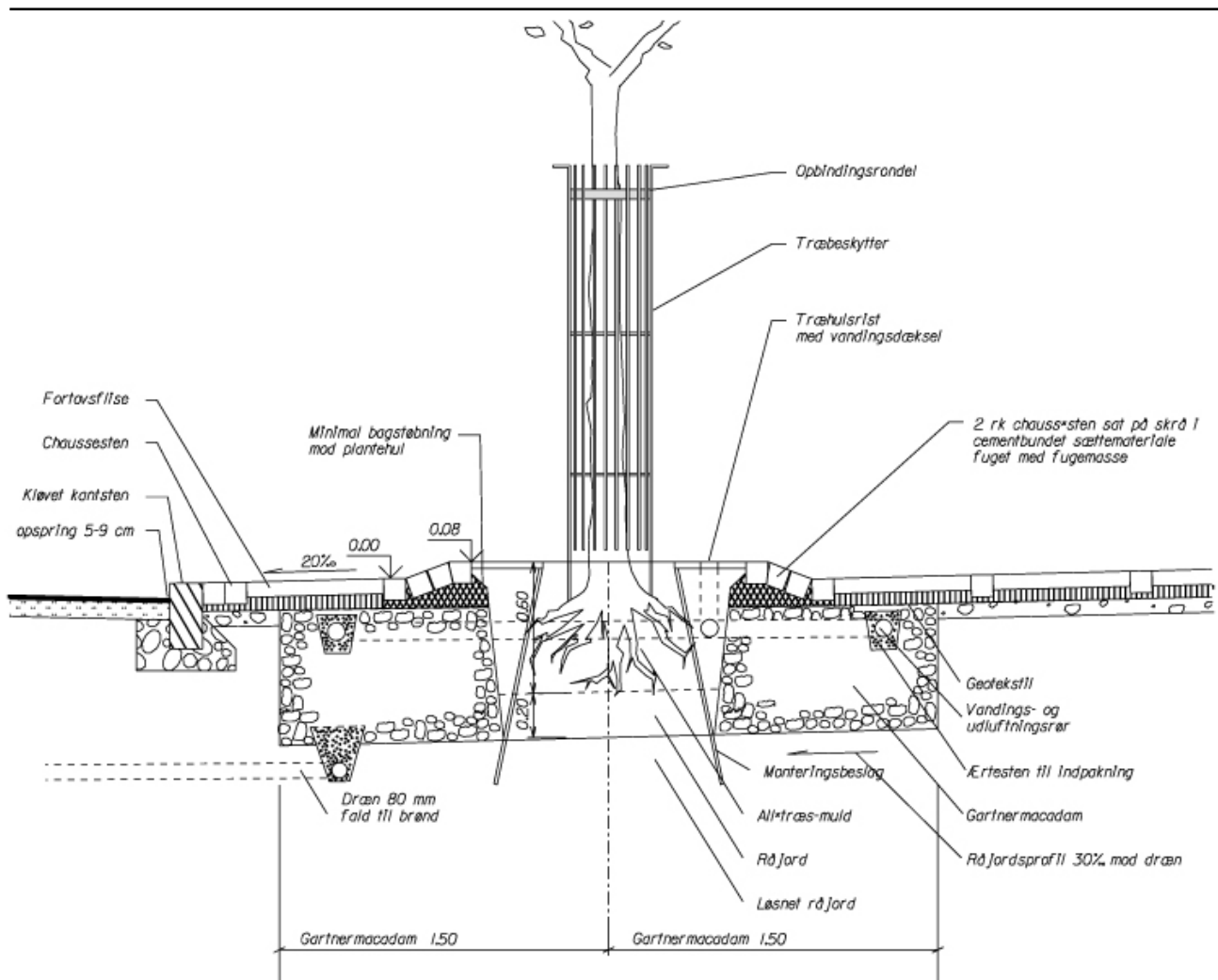
I København etableres gartnermacadam ved at grave ud til 60 cm under terræn efterfulgt af en let komprimering af råjorden. Herefter udlægges 15 cm bundsten (64/150 mm) og 5 cm muldjord, som fejes ned mellem stenene. Derpå komprimeres laget, og processen med muldpålægning gentages, indtil der er sket tilstrækkelig fyldning af hulrummene. Dernæst udlægges nye lag sten, der på samme måde mættes med jord (figur 6). Denne proces kræver tør jord og tørt vejr. Kan disse betingelser ikke opfyldes, kan det lade sig gøre at foretage nedvanding af jorden mellem stenene.

Macadamopbygningen bruges ikke i selve plantehullet, men i omgivende arealer. Selve plantehullet vil have samme opbygning som plantehul ved ren muldplantning og typisk fyldes med allétræsmuld.

Eksempler på beplantninger hvor gartnermacadam er anvendt er Kongens Nytorv (*Tilia x europaea* 'Pallida') og Vester Farimagsgade (*Tilia platyphyllos* 'Örebro').

2.3.2 Forskningsmæssige erfaringer

Macadamopbyggede rodvenlige befæstelser er både af Grabosky & Bassuk (1995 og 1996) og Kristoffersen (1998b,1999) afprøvet i forsøgssammenhæng på forskellige plantearter, og de kommer frem til, at opbygningen mu-



Figur 6: Principsnit af plantehul ved etablering med gartnermacadam.



Figur 7: Storbladet lind langs Vester Farimagsgade. Bærelag af gartnermacadam under chausséensbelægningen skaber mulighed for rodvækst under arealer til cykelparkering og fortov. Det lille billede nederst til højre viser, at den åbne jordoverflade er forholdsvis lille (1 m²).



Figur 8: Anvendelse af gartnermacadam på Kongens Nytorv. Den rødvenlige opbygning er foretaget i den mørke stribe under træerne.

liggør rodvækst og samtidig udgør et fungerende bærelag for belægninger til let trafik. Også i Frankrig bruges siden 1990'erne et matrixbaseret substrat med foreløbigt gode resultater (Lemaire & Sorin 1997).

Kristoffersen (1999) observerer et forhøjet rod/top for planter i matrix-baserede substrater i forhold til træer plantet i almindelig vækstjord. Dette tyder på, at træerne har brug for et større rodnet for at opretholde forsy-

ningen med vand og næringsstoffer, fordi den totale jordmængde er mindre i en macadamopbygget rodzone. I praksis betyder det, at gartnermacadam skal have et større volumen end rene volumener.

Stenbærelaget kan bestå af forskellige materialer i forskellige størrelser – granit, tegl, lava. Andelen af hulrum er størst, hvis stenskelettet består af ensartet, velsorteret materiale. Indbygningen kan enten ske ved, at muldjorden fejes (tør indbygning) eller vandes ned i hulrummene af stenskelettet. Der kan også indbygges færdigblandet materiale, hvilket dog stiller store krav til blandingsforholdet for at undgå komprimering af jorden mellem stenene.

Det tilstræbes, at ca. 80 % af de opståede hulrum udfyldes med vækstjord (Kristoffersen 1998c).

2.4 Rodgrus

2.4.1 Anvendelse i Københavns Kommune

Rodgrus er et sandbaseret materiale, som er beriget med kompost og sphagnum. Forholdet er typisk 85 vol.-% sand og 15 vol.-% organisk materiale (se tabel 2).

Der anvendes enskornet sandfyld med et U-tal på ca 3,2. Materialerne blandes, gerne i tromlesold, så der opnås en tilstrækkelig homogenitet.

Rodgrus udlægges i lag på ca. 20 cm som komprimeres, før et nyt lag udlægges. I København har kravet til rodgrus hidtil været en komprimering til 100 % standard proctor.



Figur 9: Den tidligere lindebepantning Ved Stranden med rodgrus i en sammenhængende zone mellem kørebane og bolværk.

Der opbygges lag på i alt 50-60 cm rodgrus (figur 10).

I København er f.eks. platanerne på Halmtorvet plantet i rodgrus.

Table 2: Grusblanding anvendt i Københavns Kommune (Anon. 1996).

	g/cm ³	vol.-%	vægt-%
Sandfyld	1,15	85	95,3
Spagnum	0,06	10,5	0,6
Kompost	0,94	4,5	4,1
Total		100	100

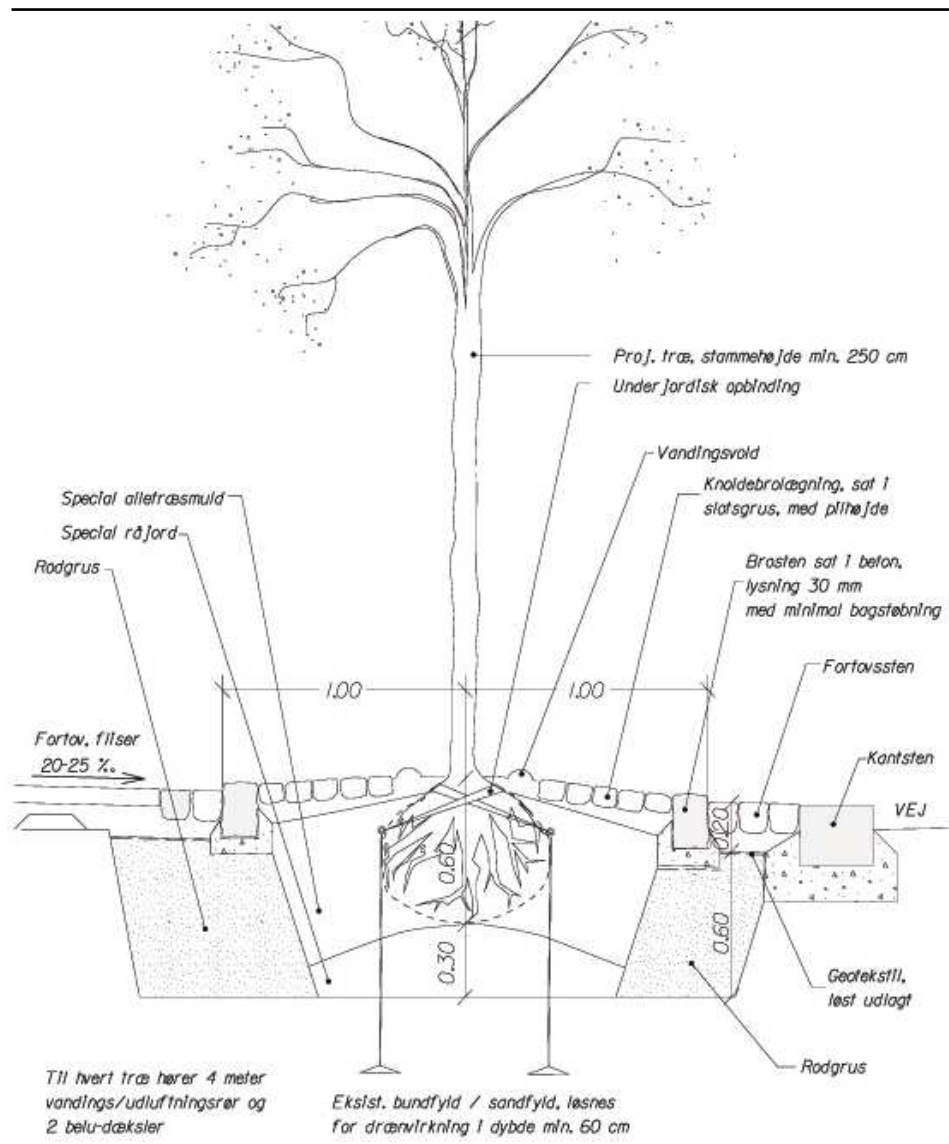
2.4.2 Forskningsmæssige erfaringer

Princippet er også kendt som »Amsterdam Tree Soil«, da substratet først fandt anvendelse i Holland. En opsummering af erfaringerne i Holland gives af Couenberg (1994). De bedste resultater både med hensyn til vækst og den efterfølgende sætning af belægningen blev opnået ved at blande sand med 4-5 vægt-% godt komposteret organisk materiale og 2-4 vægt-% ler. Ensformigheden af grusandelen af materialet skal være stor (uensformighedstal under 2,5), og der må ikke være mere end 2 % partikler under 2 µm. Det organiske materiale skal være velkomposteret for at undgå iltmangel, som kan opstå ved en yderligere, iltkrævende, komposteringsproces. Tilsætter man mere end 4 vægt-% ler, er der risiko for, at materialet komprimeres for meget ved indbygning.

Grusblandingen komprimeres til omkring 70-80 % Standard Proctor, resulterende i en tørrumsvægt på 1,2-1,4 g/cm³. Grusfraktionen består af ensartet materiale med en middeldkornstørrelse på 0,2-0,5 mm.

Ifølge Kristoffersen (1998c) har praktiske erfaringer vist, at tilsætningen af organisk materiale kan reduceres ned til 0,3 vægt-% med stadigvæk tilfredsstillende vækstresultater og samtidig mindre risiko af for stor komprimering af materialet.

Det er væsentligt at erkende, at komprimeringen spiller en central rolle i forholdet mellem bæreevnen og dermed risikoen for sætninger og egnetheden for rodvækst. Stigende komprimeringsgrad øger bæreevnen og mindsker rodgennemtrængeligheden.



Figur 10: Principsnit af plantehul ved etablering med rodgrus.

3. Materiale og metode

Evalueringen baseres på en kobling af projektdata fra udvalgte plantningers etablering med målinger udført i 2005. Ved at sammenholde træernes størrelse ved plantning med træernes størrelse i efteråret 2005 beregnes og sammenlignes den årlige gennemsnitlige tilvækst.

Hvorvidt enkelte faktorer som f.eks. plantemetode, saltbeskyttelse eller dræn har indflydelse på tilvæksten, kan efterfølgende analyseres ved hjælp af statistiske analyser.

3.1 Udvalgelse af beplantninger

De beplantninger, som indgår i denne undersøgelse, blev generelt udvalgt efter slægt, alder, antal træer og etableringsmetode.

Det var således primært beplantninger anlagt mellem 1990 og 2000 – altså med en alder på 5-15 år – som blev medtaget. Dette kriterium blev senere i forløbet udvidet til også at omfatte enkelte beplantninger etableret i 2001, således at beplantninger på bl.a. Kongens Nytorv, Østerbrogade og Kalvebodsbrygge kunne udvide datamaterialet.

Derudover skulle der være mindst 10 træer i hver beplantning, for således at sikre, at de beregnede gennemsnitsværdier var repræsentative. Dette kriterium gjaldt dog kun træer etableret med konventionel plantning i muld, mens beplantninger etableret med de alternative metoder også blev medtaget, selvom der var færre end 10 træer.

Oprindeligt omfattede undersøgelsen følgende slægter: *Acer*, *Fraxinus*, *Platanus*, *Quercus*, *Robinia*, *Sorbus* og *Tilia*. Det blev dog på et senere tidspunkt besluttet også at inkludere enkelte plantninger af *Populus*, *Crataegus* og *Prunus*.

Da popler med deres høje tilvækstrater kan forvrænge billedet, udelades de i det følgende i mange tilfælde. Det anføres i teksten, hvis et givent gennemsnit er beregnet inklusive popler.

3.2 Fremgangsmåde for målinger 2005

Målingerne på træerne blev foretaget i tidsrummet fra den 3. august til den 13. september 2005. Hovedparten af målingerne var afsluttet den 2. september. I den efterfølgende tid indtil 13. september fulgte opsamlingsrunder med bl.a. træplantninger, som ikke indgik i den oprindelige forsøgsplan (f.eks. enkelte beplantninger anlagt i 2001).

Målingerne blev registreret ved hjælp af en PDA (Personal Digital Assistant), som blev stillet til rådighed og forsynet med de nødvendige udtræk fra træregistret af Vej & Park. Måling og registrering af stammeomfang og vitalitet med PDA tog netto ca. 30 sek. pr. træ, hvilket dog kun er en lille del af det samlede tidsforbrug, idet der medgår tid til registrering af basisoplysninger, transport mellem træer og transport mellem lokaliteter.

3.2.1 Måling af den permeable jordoverflade

Den permeable jordoverflade angives som et gennemsnitsmål pr. beplantning ud fra opmåling af enkelte plantehuller. Hvis der på samme gadestrækning forekom væsentligt forskellige plantehulsstørrelser eller anvendes forskellige beplantningsstrategier, anføres et mål for hver beplantningsstrategi.

I tilfælde af sammenhængende plantebede beregnes den permeable jordoverflade ved at multiplicere planteafstanden med bedets bredde (2 trærækker = halv bredde). 50 m² er den maksimal anførte overflade, da måling af arealer med større overflader er behæftet med usikkerheder.

Belægning med brosten regnes ikke som permeabel overflade, hvorimod beskyttelsesindretninger som riste og lignende anses som permeable. Værdien rundes op eller ned til nærmeste halve m².

3.2.2 Måling af stammeomfang

Målingerne af stammeomfang foretages med et målebånd i en stammehøjde på en meter. I tilfælde af sår/knuder eller andre vækstforandringer foretages målingen højere eller lavere.

Ud fra denne måling beregnes stammediameteren.

3.2.3 Bedømmelse af vitalitet

Vitaliteten bedømmes på en skala fra 0-5 og udtrykker en samlet vurdering af træets skudvækst, løvfarve og løvtæthed. Dvs. at også et træ med skader fra trafik, skadevoldere m.m. kan opnå en god bedømmelse, hvis ikke vitaliteten påvirkes af skaderne. Det er heller ikke en bedømmelse af træets æstetiske/arkitektoniske funktion eller træets stabilitet. Der er i vurderingen af vitalitet taget hensyn til de forskellige arters vækstrater.

For at opnå en konsistent bedømmelse af træernes vitalitet har der i projektets opstartsfasen været en synkronisering af bedømmelserne mellem projektmedarbejderne.

Overordnet betyder en score på 4 eller 5, at træet er i god vækst og fremstår vitalt. Om træet får vurderingen 4 eller 5 er i høj grad afhængigt af skudtilvæksten. Karakteren 5 er bestemt til at være forholdsvis rummelig.

Lavere karakterer beskriver en stadig mindre grad af trivsel, som kan ytre sig i f.eks. ringe/ingen skudvækst, tyndt løvdække, døde grenpartier i kronen, klorotiske/nekrotiske blade. Karakteren 3 gives til træer i stilstand, karaktererne 2 og 1 gives til træer med »baglæns vækst«. Et træ, der er dødt eller døende, får den bedømmelse 0 (tabel 3).

Tabel 3: Vitalitetsvurdering, beskrivelse af skalatrin.

Karakter	Beskrivelse
0	Træet dødt eller døende, store kronepartier afløvet, løv misfarvet (nekroser, kloroser), døde kronepartier.
1	Træets trivsel stærk påvirket, løv misfarvet (nekroser, kloroser), evt. deformt (små blade, indrullede blade) over hele kronen, tynd belønning, ingen skudtilvækst.
2	Træets trivsel påvirket, delvist misfarvet løv (nekroser/kloroser i grenpartier), lille eller ingen skudtilvækst, løvdække med huller.
3	Træets trivsel fremstår tilfredsstillende men stillestående, lille eller ingen skudtilvækst, løv med enkelte misfarvninger.
4	Træet fremstår sundt, løv uden misfarvninger, god skudtilvækst (under 30 cm, afhængig af slægten).
5	Træet virker meget vitalt, ingen misfarvninger i løvet, tæt krone, god skudtilvækst (min. 30 cm årstilvækst, afhængig af slægten).

3.2.4 Andre iagttagelser

På et rapportskema noteres almene informationer og generelle iagttagelser vedrørende hver enkelt beplantning (sygdomme, skadevoldere). Her anføres derudover uoverensstemmelser mellem træregister og beplantning på lokalitetsniveau.

3.3 Projektdata fra Vej & Park

Sideløbende med målingerne samledes oplysninger om plantningernes etablering. Væsentlige elementer var her:

- Træets stammeomfang ved plantning (handelsstørrelser),
- installation af dræn,
- installation af saltbeskyttelse,
- vanding under og efter etableringsfasen,
- udredning af tvivl især med hensyn til etableringsmetode.

Denne opgave blev udført af Vej & Parks medarbejdere. Oplysningerne stammer enten fra de oprindelige projektplaner, fra involverede medarbejdere eller de planteskoler, som leverede træerne.

Ud fra oplysninger om træernes handelsstørrelse ved etablering bestemmes deres gennemsnitlige stammeomfang, idet det antages, at det gennemsnitlige stammeomfang ved etablering ligger i midten af størrelsesintervallet (således at en plantning anlagt med træer med stammeomfang 18-20 cm vil have et gennemsnitligt stammeomfang på 19 cm).

Herefter kan stammediameter og endelig den årlige diametertilvækst beregnes.

3.4 Referencemålinger på bytræsarboretet

Som sammenligningsgrundlag for bytræernes tilvækst blev stammetilvækst målt og beregnet for træer voksende i *Skov & Landskabs* bytræsarboret i Hørsholm. Træerne blev etableret i foråret 2001 og har således vokset på lokaliteten i fem vækstsæsoner, svarende til de nyeste plantninger i undersø-

gelsen (f.eks. Kongens Nytorv og Østerbrogade). De står i ens og forholdsvis gode vækstvilkår med en konkurrerende undervegetation af græs.

Da der på arboretet blev foretaget detaljerede opmålinger af stammediameter i henholdsvis 2003 og 2004 kunne diameteriltvæksten og årringsbredden for 2004 og 2005 beregnes med en høj grad af præcision. Bortset fra popler (*Populus*), hvor de tilsvarende kloner var udgået og tjørn (*Crataegus*) og røn (*Sorbus*), hvor der ikke blev udført målinger i tidligere år, forefindes således referencemålinger til alle arter og kloner, som er med i undersøgelsen.

Beregningerne baseres på gennemsnittet af målinger på de seks eksemplarer af hver art/klon i bytræsarboretet. I enkelte tilfælde var der kun tre eksemplarer eller udgåede/genplantede træer.

Målingerne på bytræsarboretet blev udført sent i forløbet og indgår ikke i den statistiske databehandling, men kan tjene til generel sammenligning med gadetræernes tilvækst. Der skal ved denne sammenligning dog tages højde for, at de beregnede årlige diameteriltvækster på bytræsarboretet ikke inkluderer den meget lille tilvækst umiddelbart efter etableringen, som derimod indgår i beregningerne for bytræerne.

3.5 Dataanalyse

3.5.1 Datasæt

Datasættet er koblet sammen af to dele. Første del består af de målinger og vurderinger, som blev gennemført i august-september 2005, anden del består af oplysninger fra Vej & Park om plantemateriale, plantemetode og andre relevante informationer for den pågældende lokalitet.

Efter sammenkoblingen blev der foretaget enkelte ændringer, idet usandsynlige oplysninger enten blev søgt konfirmeret/ændret eller, hvis uddybende informationer ikke kunne indhentes, blev udeladt.

Efter disse rettelser bestod datasættet af 2520 træer. For 306 af træerne var plantestørrelsen ved plantning ukendt, derfor kunne tilvæksten ikke beregnes for dem. Efter denne yderlige reduktion bestod det endelige datasæt af 2214 træer.

For enkelte af de efterlyste parametre manglede der ligeledes oplysninger i det endelige datasæt – i de pågældende analyser blev de ufuldstændige observationer derfor udeladt. Dette var f.eks. tilfældet for oplysninger om saltbeskyttelse eller oplysninger om, hvor vidt der havde stået elm i samme plantehul før etableringen af den nuværende beplantning.

Datasættet bestod således af 1850 træer med alle relevante oplysninger plus 364 træer, hvor enkelte oplysninger manglede.

Der blev for samtlige træer oplyst, at der blev vandet under etablering. Denne faktor udgik derfor helt fra analyserne.

3.5.2 Analyse af tilvækst i stammediameter

Variansanalyserne er udført i SAS V 8.02 med proceduren 'Proc glm' med årlig tilvækst i stammediameter som responsvariabel og faktorerne plante-metode, permeabel jordareal, vejklasse, dræn, saltbeskyttelse, elm.

Variansanalysen anvendes til at adskille resultater, der statistisk set er forskellige.

3.5.3 Præsentation af resultaterne

Der er valgt to diagramtyper til illustration af gennemsnitsværdierne. Hvor spredningen af de målte værdier indeholder speciel informationsværdi illustreres data ved hjælp af såkaldte boxplots (kassediagrammer, se det nedenstående forklarende afsnit).

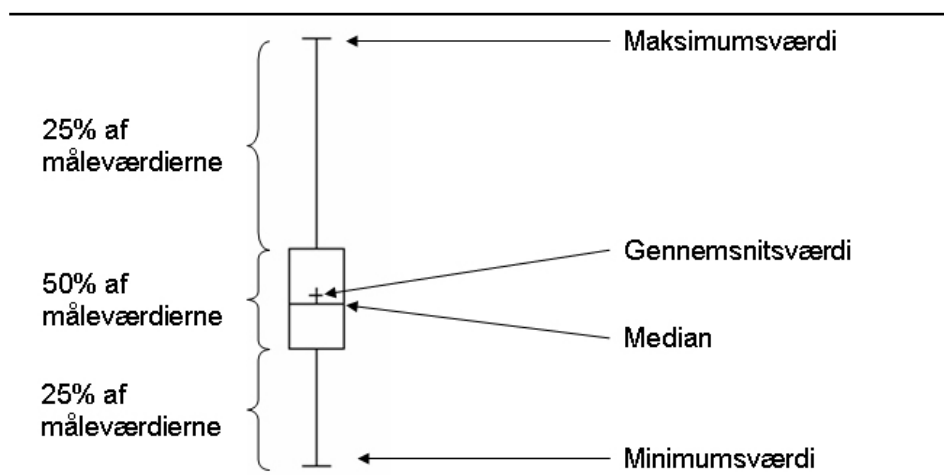
Derudover anvendes traditionelle søjlediagrammer tilføjet oplysninger om antal observationer og konfidensintervaller samt tabeller.

Boxplots

Til den grafiske fremstilling af en del af resultaterne anvendes en diagramtype, som kan indeholde flere informationer end eksempelvis søjlediagrammer (se eksempel i figur 11). Som søjlediagrammer viser boxplots (kassediagrammer) gennemsnitsværdien af en række observationer, men derudover beskriver de også spredningen af den række observationer, som danner grundlag for beregning af gennemsnitsværdien.

Gennemsnitsværdien markeres i de her præsenterede boxplots af et kryds. Derudover vises maksimums- og minimumsværdien (yderpunkterne af de såkaldte »whiskers«, de lodrette linjer som udgår fra selve kassen). Den vandrette linje i selve kassen beskriver medianen, over og under medianen ligger henholdsvis 50 % af værdierne. Inden for kassen ligger således 50 % af værdierne (25 % over medianen og 25 % under medianen).

Kassernes bredde er i forhold til antallet af observationer, som indgår i beregningen af gennemsnittet, således at jo bredere kassen er, jo flere observationer indgår.



Figur 11: Forklarende skitse af boxplot/kassediagram.

3.6 Problematiske aspekter ved undersøgelsen

Mens opmålingen af træerne i 2005 ikke er behæftet med usikkerheder, er bedømmelsen af deres vitalitet i sidste ende en subjektiv vurdering. Vurderingen baseres på en detaljeret beskrivelse af de enkelte karakterer og blev i opstartsfasen justeret mellem projektmedarbejderne, men det kan ikke udelukkes, at der er sket fejlvurderinger. Dog er vurderingerne udført inden for en tidsmæssig begrænset periode, hvilket mindsker risikoen for at tidsfaktoren kan have spillet afgørende ind.

Beregning af den årlige tilvækst baseres på informationer om træernes stammeomfang ved plantning, tidspunkt for plantning og træernes stammeomfang målt i 2005. Træernes stammeomfang ved plantning baseres på antagelsen, at den i gennemsnit svarer til midtpunktet af de indkøbte størrelsesklasser (således at 18-20 svarer til 19 cm, 20-25 til 22,5 cm osv.). Ud over at denne antagelse indeholder en vis usikkerhed, kunne informationerne omkring de indkøbte størrelser ikke verificeres i alle tilfælde. Det samme gælder informationer om planteår og plantetidspunkt, hvor et plantetidspunkt på hver side af en sommer har betydning for det antal af vækstsæsoner, der medgår til at beregne den årlige tilvækst.

Der har i enkelte tilfælde været tvivl med hensyn til træregisterets informationer. I så fald søgtes oplysningerne verificeret og evt. rettet eller slettet, hvis tvivlsspørgsmålet ikke kunne opklares.

Usikkerheder af denne art kunne forventes og blev imødegået ved at skabe et datagrundlag med et stort antal træer, således at enkelte fejl kun har lille indflydelse på analyserne. For at kunne bedømme de enkelte udsagns validitet må det dog anbefales altid at se på det antal individer, som indgår i beregningerne.

Dataanalyse

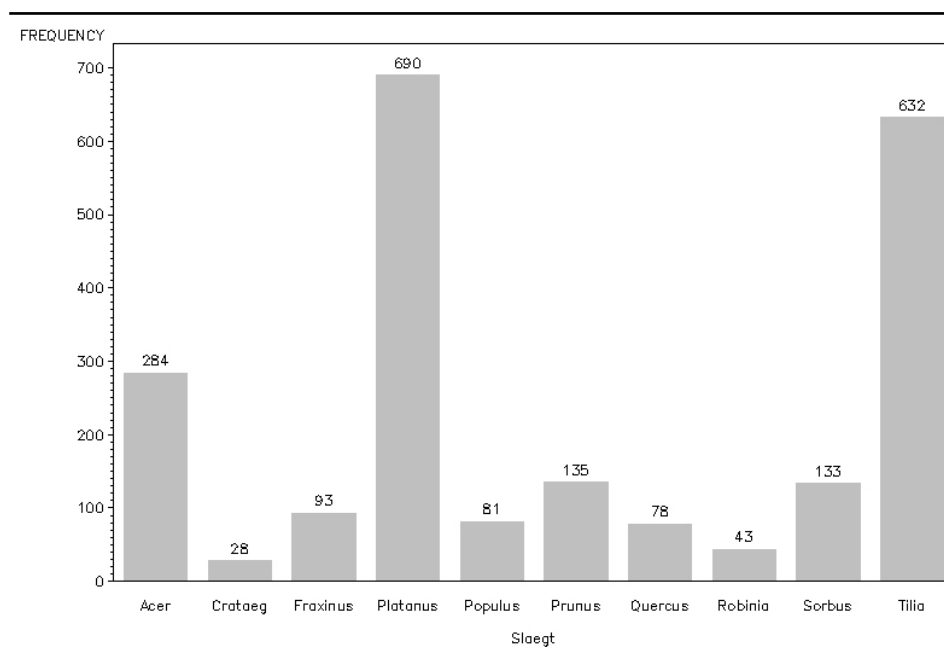
Analysen af de indsamlede data baseres på antagelsen, at tilvækst og vitalitet i høj grad afhænger af de undersøgte parametre. Da træerne vokser i det offentlige rum, må der dog givetvis være flere og delvist ukendte faktorer med indflydelse på vækst og vitalitet.

Variansanalysen bærer derfor præg af, at virkningen af de undersøgte faktorer kun kan beskrives til et vist omfang. Det har derfor været nødvendigt at konkludere med en vis forsigtighed.

4. Vækst resultater

4.1 Slægtsfordeling

Fordelingen af individer inden for de enkelte slægter i analysedatasættet (2197 træer på 71 lokaliteter) er illustreret i figur 12. Fordelingen er et udtryk for slægtsfordelingen for en del af de træer, der er plantet i 10-års perioden 1990-2001. Beplantningerne som er indgået i denne undersøgelse er udvalgt efter fastsatte kriterier, og inden for store beplantninger blev der derudover kun målt på et defineret antal træer. Begge disse forhold påvirker den slægtsstruktur, figuren illustrerer, men ændrer næppe ved at op mod halvdelen af træerne plantet i perioden kan være platan og lind.



Figur 12: Slægtsstruktur (antal træer af hver slægt) i analysedatasættet.

4.2 Tilvækst - slægter

Den gennemsnitlige årlige diametertilvækst, beregnet over alle enkelttræer hvor de nødvendige oplysninger forelå, er 0,92 cm (inklusive popler: 0,96 cm). Efter udsagn fra planteskoler er en tilvækst i denne størrelsesorden tilfredsstillende i produktionsøjemed, og må derfor betragtes som et tegn på, at træerne generelt etablerer sig fint og at Vej & Parks metoder til etablering og drift fungerer efter hensigten. I denne gennemsnitlige tilvækst indgår da de første år på voksestedet, hvor der kun kan forventes begrænset tilvækst.

Generelt har slægten stor indflydelse på den årlige tilvækst. Gennemsnit for de årlige tilvækstrater angives i tabel 4. *Populus*, *Platanus*, *Fraxinus* og *Robinia* har en høj tilvækst, mens *Quercus*, *Crataegus* og *Acer* ligger under

gennemsnittet. Det totale gennemsnit er naturligvis påvirket af antallet af observationer inden for de enkelte slægter. Det er dog medtaget til sammenligning med undersøgelsen i 2002.

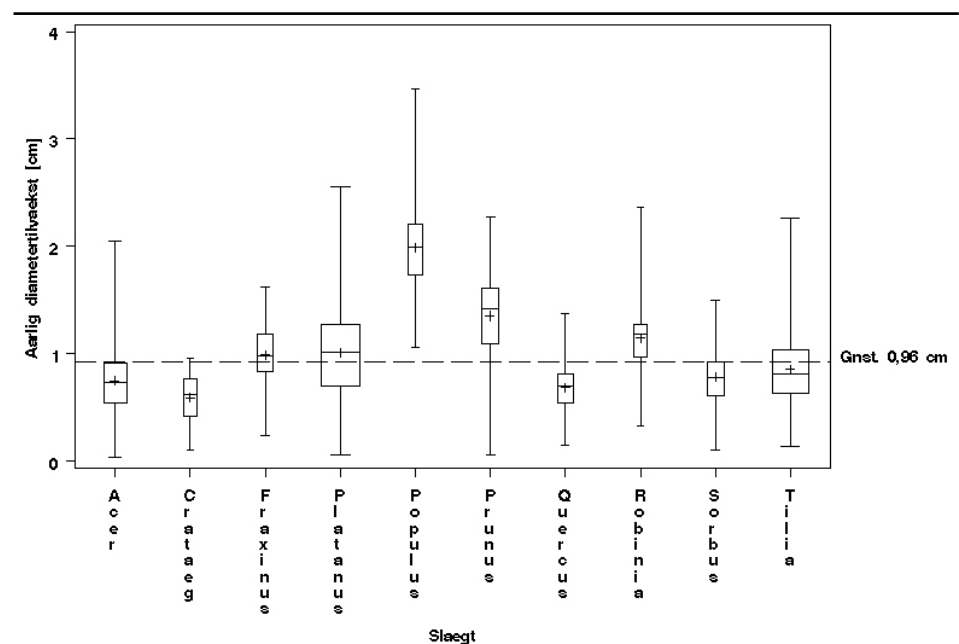
Tabel 4: Oversigt over stammetilvækst for alle slægter. Værdier i parentes angiver gennemsnitsværdier for tilvækst uden popler.

Slægt	Årlig diameter-tilvækst i Københavns Kommune (undersøgelse 2005) [cm]	Årlig diameter-tilvækst i følge undersøgelse 2002 [cm]	Årlig diameter-tilvækst Bytræs- arboretet [cm]	Tilvækst bytræer i forhold til træer på Arboretet [%]	Årlig tilvækst stammeomfang i Københavns Kommune (undersøgelse 2005) [cm]
<i>Acer</i>	0,75	0,98	1,27	59 %	2,34
<i>Crataegus</i>	0,59				1,84
<i>Fraxinus</i>	0,98	0,67	1,22	80 %	3,09
<i>Platanus</i>	1,01	0,76	1,09	93 %	3,18
<i>Populus</i>	1,99				6,25
<i>Prunus</i>	1,35	0,57	1,49	91 %	4,25
<i>Quercus</i>	0,69	0,88	1,01	68 %	2,16
<i>Robinia</i>	1,15	1,05	1,57	73 %	3,60
<i>Sorbus</i>	0,79				2,47
<i>Tilia</i>	0,85	0,64	1,42	60 %	2,68
Gennemsnit	0,96 (0,92)	0,8	1,29	74 %	3,01 (2,89)

Tilvæksten i København (0,92 cm) ligger over diameter-tilvæksten fra en tilsvarende, landsdækkende undersøgelse gennemført i 2002. Her var den årlige diameter-tilvækst beregnet til 0,8 cm (tabel 4).

Bytræerne i København opnår gennemsnitligt 74 % af tilvæksten af træerne på bytræsarboretet. Tæt på arboret-træernes tilvækstsværdier var slægterne *Fraxinus* (80 %), *Platanus* (93 %) og *Prunus* (91 %), (tabel 4).

Boxplottet over tilvæksten (figur 13) afslører en stor spredning for de fleste slægter, som også indeholder minimaltilvækstsværdier, som ikke ligger langt



Figur 13: Boxplot over tilvækst af alle slægter. Kassens bredde afspejler antallet af observationer. Den stiplede linje beskriver gennemsnitstilvæksten af alle slægter med popler.

over 0 cm. Dette er dog ikke tilfældet for en eneste af de i alt 81 popler (Lundtoftegade og Mågevej). Her er der tværtimod ikke ét individ, som ikke vokser bedre end den totale gennemsnitstilvækst over alle slægter (figur 13). Da flertallet af poplerne derudover er etableret i forholdsvis ubehandlede plantehuller (Lundtoftegade), må poppel anses som en velegnet slægt til lokaliteter, hvor det ikke er muligt at etablere omkostningsintensive plantninger – betragtet udelukkende ud fra træets tilvækst og trivsel. Dog skal der træffes de fornødne modforanstaltninger for at hindre ødelæggelse af omkringliggende belægninger.

4.3 Tilvækst – plantemetoder

Analysen af de enkelte plantemetoder viser, at tilvæksten ved anvendelse af rodvenlig befæstelse ligger lige over tilvæksten i muld (tabel 5 og figur 14).

Dette resultat bekræfter derfor, at rodvenlige befæstelser kan anvendes på lokaliteter, som på grund af eksempelvis trafikbelastning er uegnede for rene muldbeplantninger. Samtidig fremgår det dog, at træer i superplantekummer har den højeste gennemsnitstilvækst, samtidig med at spredningen er lavere (figur 14). Dette viser, at en etableringsstrategi, som forsyner træerne med en stor rodzone, både arealmæssigt og i dybden giver et både bedre og mere ensartet resultat. Superplantekummerne fremstår derfor som den mest sikre etableringsmetode.

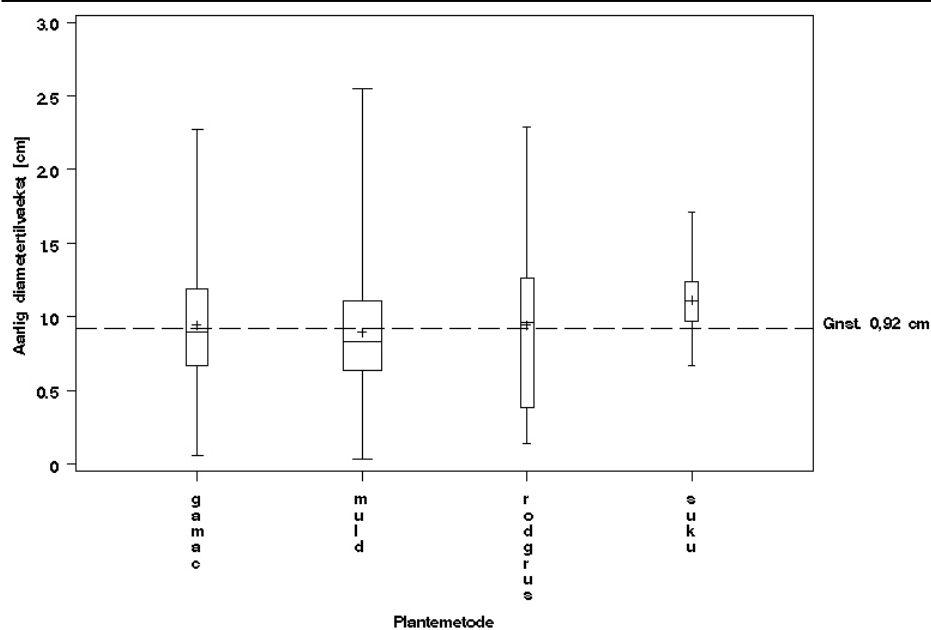
Tabel 5: Tilvækst efter etablering med de forskellige plantemetoder. Tabellen viser gennemsnitsværdier for alle slægter, uden popler.

Plantemethode	Årlig diameter-tilvækst [cm]	Årlig tilvækst i stammeomfang [cm]	Antal observationer
Muld	0,90	2,82	1506
Gartnermacadam	0,95	2,98	541
Rodgrus	0,94	2,96	94
Superplantekumme	1,11	3,49	73

De i tabel 5 og figur 14 viste gennemsnitsværdier er signifikant forskellige fra hinanden ($p < 0,05$) med undtagelse af forskellen mellem metoderne muld og rodgrus.

Da tilvæksten i superplantekummen derimod er forskellig fra de tre andre på højeste signifikansniveau ($p < 0,0001$), er metodens overlegenhed overordentlig veldokumenteret.

Ikke overraskende viser variansanalysen dog også, at der er vekselvirkninger mellem etableringsmetode og slægt, dvs. at forskellene i tilvækst ikke alene skyldes etableringsmetoden men også den plantede slægt. Det må derfor anbefales også at se på de enkelte slægters tilvækst efter etablering med de undersøgte metoder, og her er det især *Tilia* og *Platanus*, som kan belyse forholdet, da der inden for de to slægter er repræsentanter for alle etableringsmetoder.



Figur 14: Boxplot over årlig diameteriltvækst efter etablering med de forskellige plantemetoder. Alle slægter, uden popler. »gamac« = Gartnermacadam, »suku« = Superplantekummer.

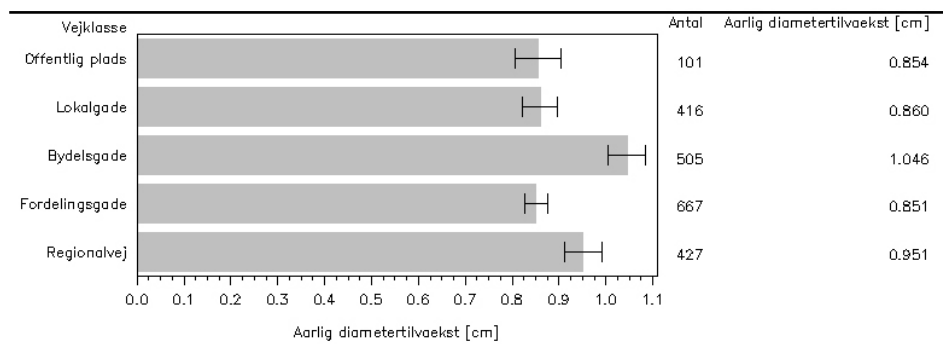
4.4 Tilvækst – vejklasser

Inden for de fem vejklasser (offentlig plads, lokalvej, bydelsgade, fordelingsgade, regionalvej, se bilag for forklaring) har der kunnet dokumenteres små forskelle på tilvækstniveauet. Her ligger fordelingsgader, lokalgader og offentlige pladser tæt på hinanden. På regionalveje og bydelsgader forefindes en lidt højere gennemsnitlig tilvækst (figur 16).



Figur 15: Eksempler på forskellige vejklasser. Øverst til venstre: Offentlig plads, småbladet lind på Axeltorv. Øverst til højre: Lokalgade, røn langs Willemoesgade. Nederst til venstre: Fordelingsgade, plataner langs Østerbrogade. Nederst til højre: Regionalvej, rødeg langs Tagensvej.

Denne analyse kan sløres af, at der har været anvendt varierende plantningsstrategier inden for de enkelte vejklasser og ligeledes mellem de enkelte vejklasser.



Figur 16: Tilvækst af bytræer på forskellige vejklasser, alle slægter uden popler. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.

Ud over at se på helhedsfordelingen er det også relevant at kigge på de enkelte slægters tilvækstrater plantet langs de forskellige vejklasser. Her afslører variansanalysen, at der ikke er signifikante forskelle for slægten *Acer*, at *Platanus* (figur 24) vokser bedre på bydelsgader, og at der for *Tilia* (figur 20) er to grupper – med bedre tilvækst på offentlige pladser, lokalgader og regionalveje i forhold til bydelsgader og fordelingsgader. Billedet er således ikke helt klart, og vekselvirkninger med andre faktorer kan være afgørende for tilvækstforskellene.

4.5 Tilvækst – arter

4.5.1 Lind (*Tilia*)

Med en gennemsnitlig årlig stammediametertilvækst på 0,85 cm ligger slægten *Tilia*'s tilvækst i Københavns Kommune lidt under gennemsnittet for hele undersøgelsen (0,92 cm) og på 60 % af niveauet på bytræsarboretet (tabel 6).

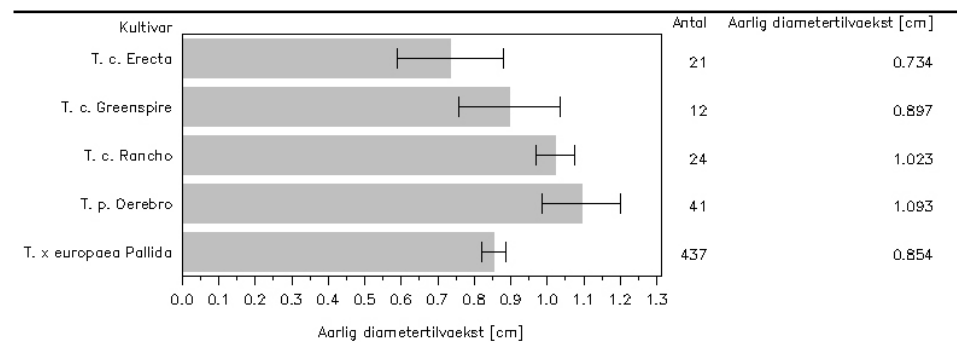
Slægten *Tilia* er i denne undersøgelse repræsenteret med det næststørste antal træer (632). Dette understreger dens betydning som bytræ. *Tilia* er repræsenteret med arterne *T. cordata*, småbladet lind (122, klonerne 'Erecta', 'Greenspire' og 'Rancho'), *T. platyphyllos*, storbladet lind (42, klon 'Örebro') samt kejserlind *T. x europaea* 'Pallida' (437 træer). 31 træer var ikke artsbestemt og indgår derfor kun i beregninger, hvor arts- eller klonparameteren er uden betydning.

Tabel 6: Årlig diameter tilvækst af *Tilia*-kloner i Københavns Kommune og på bytræsarboretet.

Art, klon	Årlig diameter tilvækst Københavns Kommune (undersøgelse 2005)[cm]	Årlig diameter tilvækst bytræsarboretet [cm]	Tilvækst af bytræer i forhold til træer på arboretet [%]
<i>T. cordata</i> 'Erecta'	0,73	1,50	48
<i>T. cordata</i> 'Greenspire'	0,90	1,30	69
<i>T. cordata</i> 'Rancho'	1,02	1,22	84
<i>T. platyphyllos</i> 'Örebro'	1,09	1,52	72
<i>T. x europaea</i> 'Pallida'	0,85	1,28	66

Gennemsnitstilvæksten for slægten bestemmes klart af kejserlinden, som antalmæssigt udgør den største del af de 632 træer. Småbladet lind ligger lidt under gennemsnittet, mens storbladet lind (her er der tale om beplantningen Vester Farimagsgade/ Staunings Plads) har en større tilvækst end kejserlinden (tabel 6, figur 17).

Tilvækst på klonniveau viser, at inden for *T. cordata* er det klonerne 'Rancho' og 'Greenspire', der har de højeste gennemsnitsværdier. Det er 'Erecta'-klonen, som opnår de højeste enkeltværdier, mens den gennemsnitlige tilvækst ligger lavere end værdierne for de to andre kloner (figur 10). Forskellen mellem gennemsnitsværdierne for *T. c.* 'Erecta' og *T. c.* 'Rancho' er signifikant ($p < 0,0001$).



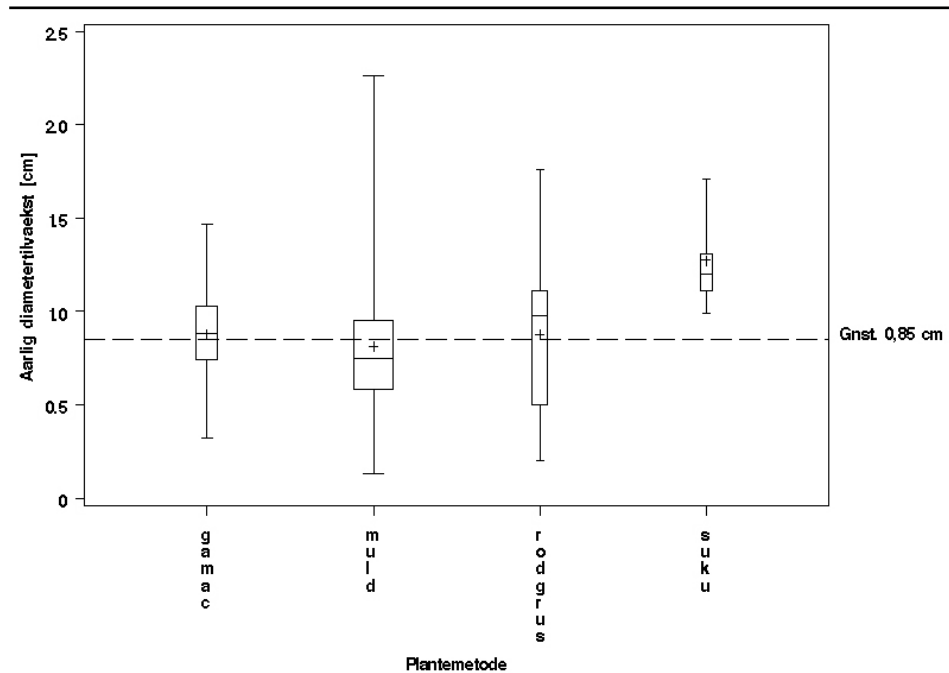
Figur 17: Årlig diameterilvækst for Tilia-kloner. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.

Med hensyn til de forskellige plantemetoder ligger etablering i gartnermaccadam og rodgrus meget tæt på muldplantningernes niveau. Lind etableret i superplantekummer skiller sig dog ud, idet deres tilvækstniveau ligger tydeligt over gennemsnittet – selv træet med den mindste tilvækst har en højere tilvækst end gennemsnitsværdien på 0,85 cm (figur 19). Den lille spredning tyder på et mere ensartet udtryk af træerne i superplantekummer. Ensartet-



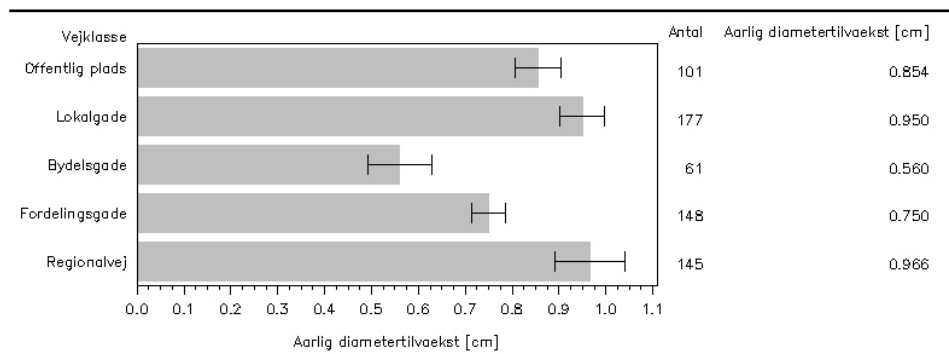
Figur 18: Lind er et af de hyppigste bytræer i København. Til venstre kejserlind (*Tilia x europaea* 'Pallida') på Nørre Allé, i midten krimlind (*Tilia euclora*) langs Jagtvej og til højre småbladet lind (*Tilia cordata* 'Erecta') langs Frederikssundsvej.

heden er dog også påvirket af, at der er tale om et begrænset antal træer (25) fordelt over to beplantninger (H.C. Andersens Boulevard og enkelte træer på Christianshavn).



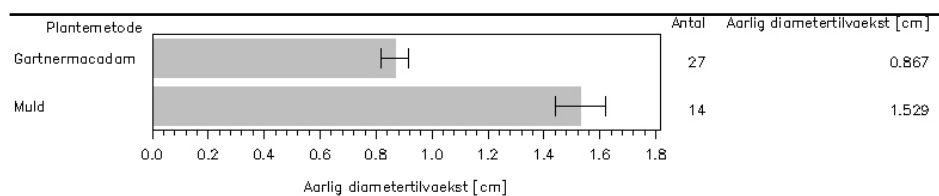
Figur 19: Boxplot over årlig diameter tilvækst for alle *Tilia* efter etablering med forskellige metoder. »gamac« = Gartnermacadam, »suku« = Superplantekummer.

Med hensyn til vejklasser er der to grupper: Træer etableret langs bydelsgader og fordelingsgader med mindre tilvækst end træer langs lokalgader og regionalveje og på offentlige pladser (figur 20). Selvom forskellene mellem de to grupper er signifikante, tillader det ingen entydig konklusion.



Figur 20: Årlig tilvækst af *Tilia* på forskellige vejtyper. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

Træplantningen langs Vester Farimagsgade og på Staunings Plads giver mulighed for at analysere plantemetodens effekt på den samme klon. Her står *Tilia platyphyllos* 'Örebro' i henholdsvis gartnermacadam med ca. 1 m² fri jordoverflade og i muldplantninger med en fri overflade på 5,5 m². Her er den årlige diameter tilvækst tydelig større i muldplantningen. Den årlige diameter tilvækst i gartnermacadam ligger med 0,87 lige over slægtens tilvækstgennemsnit (0,85 cm) og må derfor stadig anses som tilfredsstillende. (figur 21).

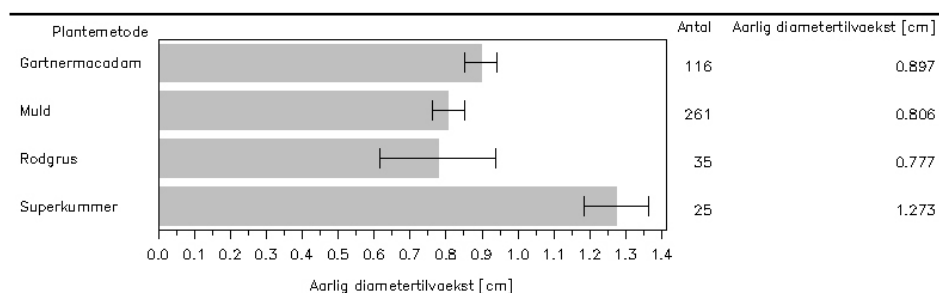


Figur 21: Tilvækst af *Tilia platyphyllos* 'Örebro' plantet i henholdsvis gartnermacadam og muld. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval

Samme effekt kan ikke ses for *T. x europaea* 'Pallida', idet træerne i gartnermacadam vokser lidt bedre end træerne i henholdsvis muld og rodgrus, mens træer i superplantekummer skiller sig ud med en signifikant højere tilvækst (figur 22).

Disse delresultater indikerer, at mens tilfredsstillende tilvækst kan opnås ved brug af rodvenlige befæstelser, opnås den højeste tilvækst ved at forsyne træerne med et stort overfladeareal.

T. cordata 'Rancho', som her er repræsenteret af den nu fjernede beplantning Ved Stranden, har den højeste og mest ensartede gennemsnitlige tilvækst blandt de småbladede lindekloner (figur 17). Dette taler for egnetheden af rodgrus som vækstmedie for større sammenhængende rækkeplantninger, hvor stor grad af ensartethed er ønsket.



Figur 22: Tilvækst af *Tilia x europaea* 'Pallida' efter etablering med de forskellige plantemetoder. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

4.5.2 Platan (*Platanus*)

Plataner opnår en årlig diameter tilvækst på 1,09 cm og ligger dermed over totalgennemsnittet (0,92 cm) (tabel 7), og langt over gennemsnittet for den tilsvarende undersøgelse fra 2002. I forhold til referencemålingerne på bytræsarboretet er der opnået 93 % af tilvæksten her.

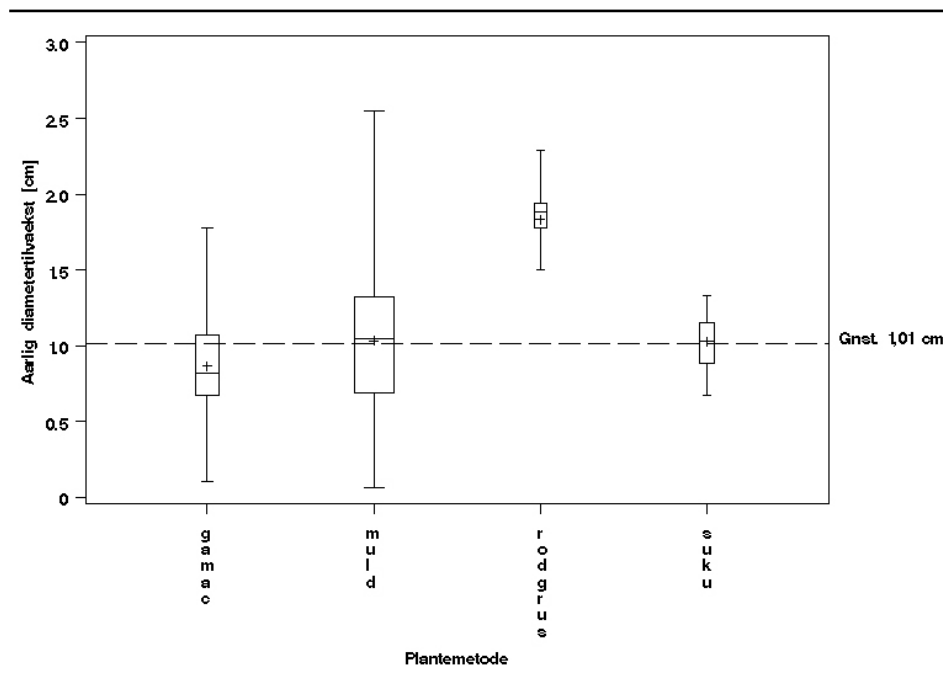
Med i alt 690 træer udgør slægten *Platanus* den største gruppe inden for de slægter, som indgår i undersøgelsen. For plataners vedkommende er der ikke tale om anvendelse af forskellige kloner – der er i alle tilfælde tale om hybrid *Platanus x acerifolia* (syn.: *Platanus x hispanica*).

En analyse af tilvækstdata for plataner plantet under anvendelse af de forskellige etableringsmetoder viser signifikante forskelle. Således trives plataner særdeles godt i rodgrus (Halmtorvet), mens der ikke er forskelle på tilvæksten i muld (f.eks. Østbanegade, Strandboulevarden) og superplantekummer (Amagerbrogade).

Tabel 7: Tilvækst for plataner i Københavns Kommune og bytræsarboretet.

Slægt, art	Årlig diameter­tilvækst Københavns Kommune (undersøgelse 2005)	Årlig diameter­tilvækst bytræsarboret [cm]	Bytræer i forhold til træer på arboretet [%]
<i>Platanus x acerifolia</i>	1,01	1,09	93

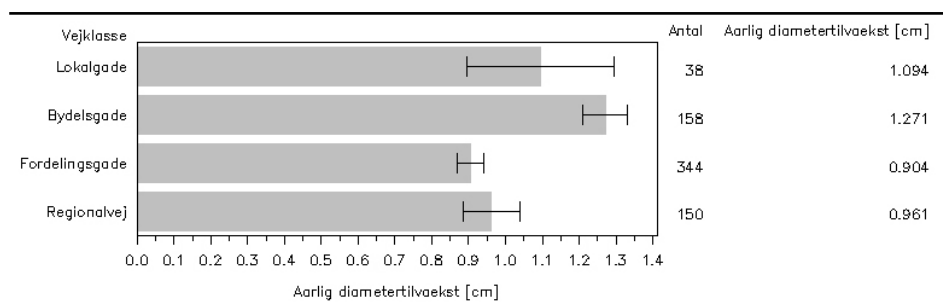
Spredningen afslører dog, at en etablering i superplantekummer indebærer et langt mere ensartet resultat i forhold til muld og gartnermacadam, og at minimumstilvæksten ligeledes ligger på et højere niveau, end tilfældet er hos plantninger i gartnermacadam og muld.



Figur 23: Boxplot over årlig diameter­tilvækst for plataner efter etablering de forskellige plantemetoder. »gamac« = Gartnermacadam, »suku« = Superplantekummer.

At tilvæksten er mindre i gartnermacadam kan delvis forklares ved, at mange af beplantningerne her var forholdsvis unge (Kalvebods Brygge, Østerbrogade) og endnu ikke har opnået samme tilvækstniveau som ældre, veletablerede plataner.

Analyse af tilvæksten afhængig af vejtyper afslører, at tilvæksten er signifikant større på bydelsgader (figur 24).



Figur 24: Årlig diameter­tilvækst af plataner etableret på forskellige vejtyper. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.



Figur 25: Platan (*Platanus x acerifolia*) som Torvetræ (Halmtorvet). Beplantningen som er etableret i et sammenhængende plantebed af rodgrus fremstår meget ensartet og skiller sig ud med høje tilvækstrater.

4.5.3 Løn og Ahorn (*Acer*)

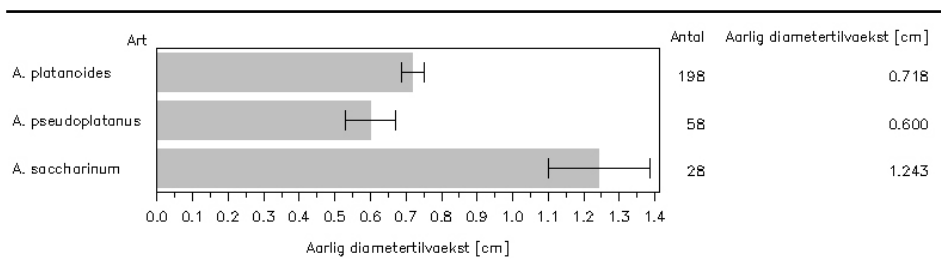
Med en gennemsnitlig årlig diameteriltvækst på 0,75 cm opnår *Acer* 59 % af tilvæksten af træerne på bytræsarbejdet.

Tre *Acer*-arter var med i undersøgelsen: Spidsløn (*A. platanoides*, 201 træer, seks lokaliteter), sandsynligvis oftest i form af klonen 'Emerald Queen', ær (*A. pseudoplatanus* 58 træer, en lokalitet) og søvløn (*A. saccharinum* 28 træer, en lokalitet).

Af de tre arter havde *A. saccharinum* den største årlige diameteriltvækst (1,24 cm), fulgt af *A. platanoides* med 0,72 cm og *A. pseudoplatanus* med 0,60 cm (tabel 8, figur 27). Hertil skal dog bemærkes, at træerne på mange



Figur 26: Spidsløn (*Acer platanoides* 'Emerald Queen') langs Molestien, en lokalitet med lille trafikbelastning og stor åben jordoverflade.



Figur 27: Årlig diameter tilvækst Acer-arter. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

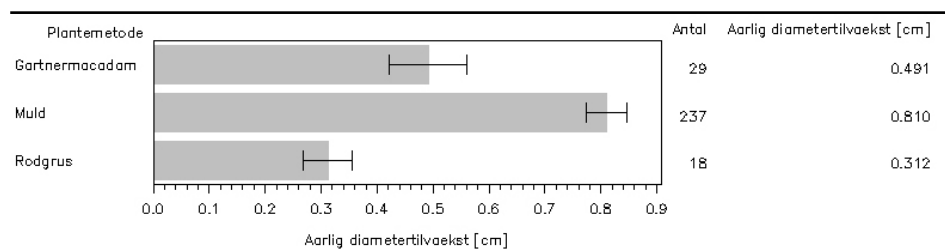
lokaliteter er etableret under forholdsvis favorable, parklignende vilkår som f.eks. *A. saccharinum*-beplantningen med dens placering langs Nørrebro-parken, *A. platanoides* langs Enghavevej, Molestien og Sydhavnsgade og *A. pseudoplatanus* på en del af Vigerslev Allé ud mod banegraven.

Sammenlignet med bytræsarboretet opnår *A. platanoides* og *A. pseudoplatanus* i Københavns Kommune ca. halvdelen af deres potentielle tilvækst. Dette gælder ikke *A. saccharinum*, som – plantet i en park - opnår en tilvækst i samme størrelsesorden som træerne på arboretet.

Tabel 8: Tilvækst for Acer i Københavns Kommune og bytræsarboretet.

Art, klon	Årlig diameter tilvækst Københavns Kommune (undersøgelse 2005) [cm]	Årlig diameter tilvækst bytræsarboret [cm]	Bytræer i forhold til træer på arboretet [%]
<i>A. platanoides</i>			
'Emerald Queen'	0,72	1,35	53 %
<i>A. pseudoplatanus</i>	0,6	1,17	51 %
<i>A. saccharinum</i>	1,24	1,43	87 %

Acer opnår den klart højeste tilvækst plantet i ren muld (figur 28), hvorimod de opnåede resultater henholdsvis gartnermacadam og rodgrus ikke er tilfredsstillende. Kigger man på virkningen af de enkelte plantemetoder, er det vanskeligt at skelne vekselvirkningen mellem metode og andre faktorer. Således var der kun en enkelt lokalitet, hvor *Acer platanoides* blev plantet i rodgrus (Rådhuspladsen), og denne plantning med dårlig trivsel bør ikke danne grundlag for generelle konklusioner. Denne plantning er efterfølgende blevet udskiftet.

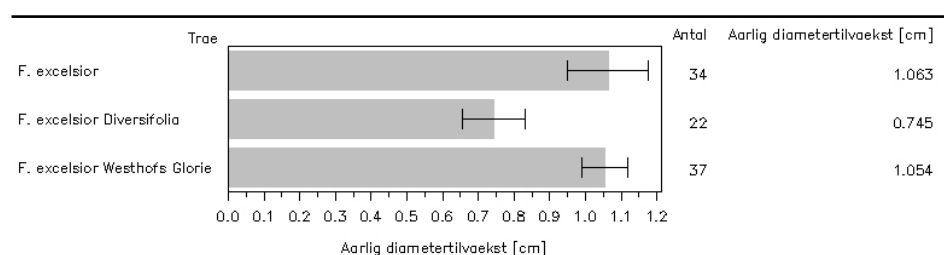


Figur 28: Årlig diameter tilvækst for Acer efter etablering med de forskellige plantemetoder. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.

4.5.4 Ask (*Fraxinus*)

Ask opnår en årlig gennemsnitstilvækst på 0,98 cm svarende til 80 % af træerne på bytræsarboretet. Denne opnåede tilvækst er lidt over gennemsnittet for samtlige træer i undersøgelsen. (tabel 9).

Slægten *Fraxinus* er repræsenteret i datasættet med 93 træer. Alle lokaliteter er muldplantninger. Det fremgår, at klonen *F. e.* 'Diversifolia' har en mindre tilvækst end klonen *F. e.* 'Westhofs Glorie' og selve arten, men er kun repræsenteret på én lokalitet. (figur 29).



Figur 29: Årlig diameter tilvækst *Fraxinus*-arter og kloner. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

Ask er siden 2000 blevet anvendt på en række lokaliteter. Ud fra vækstresultaterne frem til år 2000 virker denne satsning fornuftbetonet, idet ask tilsyneladende klarer sig over gennemsnittet af bytræsslægter

Tabel 9: *Fraxinus* i Københavns Kommune og på bytræsarboretet.

Art, klon	Årlig diameter tilvækst Københavns Kommune (undersøgelse 2005) [cm]	Årlig diameter tilvækst bytræsarboret [cm]	Bytræer i forhold til træer på arboretet [%]
<i>Fraxinus excelsior</i> total (inkl. alle kloner)	0,98	1,22	80 %
<i>F. excelsior</i> 'Westhofs Glorie'	1,05	1,27	83 %

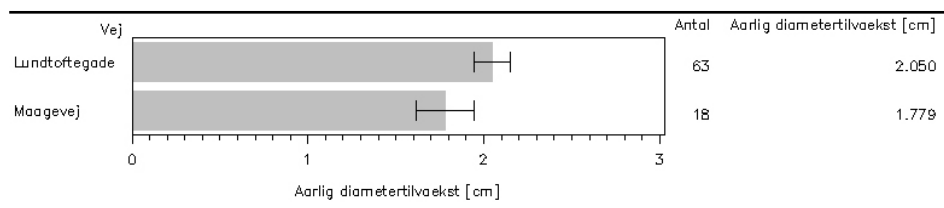


Figur 30: Ask langs Jyllingevej (t.v., (*Fraxinus excelsior* 'Diversifolia') og på Strandpromenaden (t.h., *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie').

4.5.5 Poppel (*Populus*)

Både hvad angår den gennemsnitlige årlige diameter­tilvækst (1,99 cm) og den gennemsnitlige vitalitetsvurdering (4,9) opnår slægten *Populus* de højeste værdier blandt de undersøgte slægter. Popler blev undersøgt på to lokaliteter, Mågevej og Lundtoftegade. På Mågevej er en beplantning etableret i plantekummer, mens poplerne på Lundtoftegade er etableret i eksisterende muldhuller uden videre foranstaltninger.

Tilvækstraterne viser, at popler trives meget godt også ved denne ekstensive etableringsform. Erfaringer viser dog, at poplernes aggressive rod­vækst under de nuværende etableringsformer har store konsekvenser på befæstelsen, hvilket medfører at træerne skal fældes 8-10 år efter etablering.



Figur 31: Årlig diameter­tilvækst på de to *Populus*-lokaliteter. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.



Figur 32: Poppelbeplantning (*Populus canadensis* 'Bachelieri') langs Mågevej. Popler opnår højeste tilvækstrater, men skaber ofte problemer for omkringliggende belægninger.

4.5.6 Eg (*Quercus*)

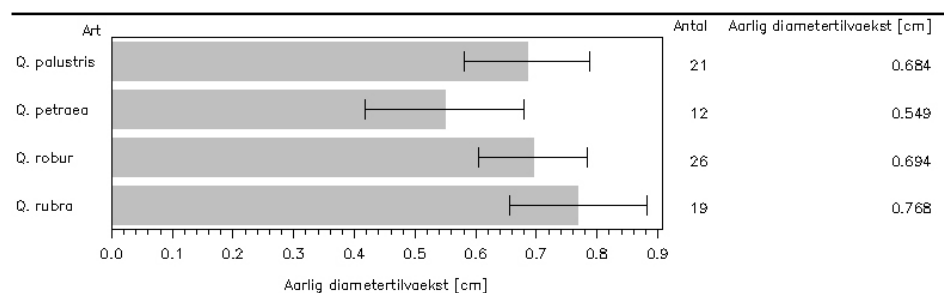
Slægten *Quercus* har i undersøgelsen opnået en gennemsnitlig årlig diameter-tilvækst på 0,69 cm, svarende til 68 % af egene på bytræsarboretet.

Alt I alt indgik fire *Quercus*-arter i undersøgelsen: *Q. robur* (26), *Q. petraea* (12), *Q. rubra* (19) og *Q. palustris* (21). Det fremgår af figur 33, at tilvæksten for arterne svinger mellem 0,55 cm (*Q. petraea*) og 0,77 cm (*Q. rubra*).

Med hensyn til plantemetoder er egene plantet i muld-kummer eller -rabatter, med undtagelse af *Q. palustris*, som er plantet i gartnermacadam på Godthåbsvej som en forlængelse af en plantning, Frederiksberg Kommune har udført på en anden del af strækningen. Tilvæksten skiller sig ikke ud, en gennemsnitlig vitalitetsscore på 2 tyder dog på, at beplantningen har problemer, og Frederiksberg Kommune har i efteråret 2005 netop udskiftet en del af deres træer. Det er da heller ikke usædvanligt at sump-eg, ofte på grund af en for høj pH-værdi i jorden, har dårlig vækst under byforhold. *Quercus* har med en gennemsnitlig scoring på 3,4 generelt fået en forholdsvis lav vitalitetsvurdering.

Tabel 10: *Quercus* i Københavns Kommune og på bytræsarboretet.

Art	Årlig diameter-tilvækst KK [cm]	Årlig diameter-tilvækst bytræsarboret [cm]	Bytræer i forhold til træer på arboretet [%]
<i>Q. robur</i>	0,69	1,04	66
<i>Q. petraea</i>	0,55	1,04	53
<i>Q. palustris</i>	0,68	0,83	82
<i>Q. rubra</i>	0,77	1,12	69



Figur 33: Årlig diameter-tilvækst *Quercus*. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

4.5.7 Robinia (*Robinia*)

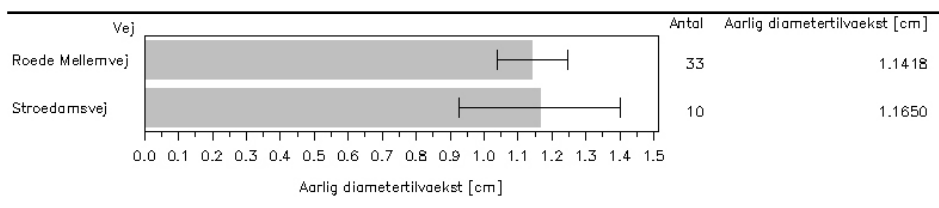
Med en årlig diameter-tilvækst på 1,15 cm, svarende til 73 % af træerne på bytræsarboretet, opnår *Robinia* høje tilvækstrater på gadelokaliteten.

Slægten *Robinia* er repræsenteret med 43 træer fordelt på to lokaliteter (Røde Mellevej, fordelingsgade og Strødamsvej, lokalgade). På begge lokaliteter er træerne plantet i muld, på Røde Mellevej i bede med flere træer i samme bed, på Strødamsvej i en sammenhængende græsrabat. Der er ingen forskelle i tilvæksten på de to lokaliteter (figur 35).



Figur 34: *Robinia* (*Robinia pseudoacacia*) som gadetræ på Stevnsgade og Strødamvej. Træerne på Stevnsgade indgår ikke i undersøgelsen på grund af manglende oplysninger.

Robinia har efter *Populus* og *Prunus* de største tilvækster, og er i perioden siden 2001 blevet anvendt på en række lokaliteter. Denne øgede anvendelse virker ud fra disse lokaliteter fornuftig.



Figur 35: *Robinia* på de to lokaliteter. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

4.5.8 Røn (*Sorbus*)

Sorbus opnår en gennemsnitlig årlig diameterilvækst på 0,79 cm og ligger dermed lidt under undersøgelsens totale gennemsnit.

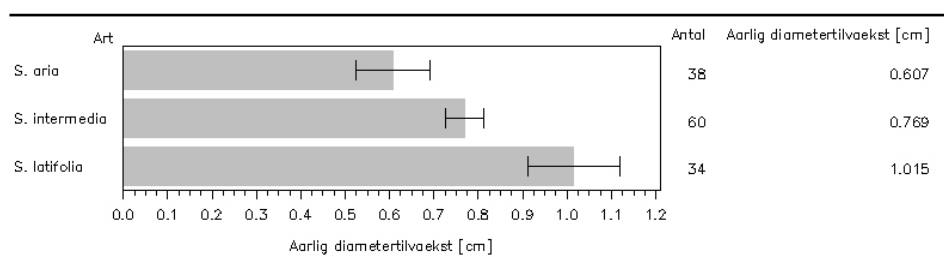
Tre *Sorbus*-arter indgik i datasættet: *S. aria*, *S. intermedia* og *S. latifolia*. Hver art er repræsenteret på én lokalitet (henholdsvis Grøndalsvænge Allé, Sundbyvestervej og Ingerslevgade). Alle *Sorbus* er etableret i muld.

Både hvad angår tilvæksten og vitalitetsbedømmelsen (gennemsnitsværdi 4,9) udskiller *S. latifolia*-beplantningen sig fra de andre beplantninger (figur 37).

Resultaterne for røn understreger den usikkerhed, der generelt opfattes med rønneslægten. Der er megen uklarhed med hensyn til de forskellige arters vækstkraft og vækstform, hvilket generelt gør anvendelse af røn til byformål usikkert.



Figur 36: Røn (*Sorbus latifolia*) langs Ingerslevsgade.

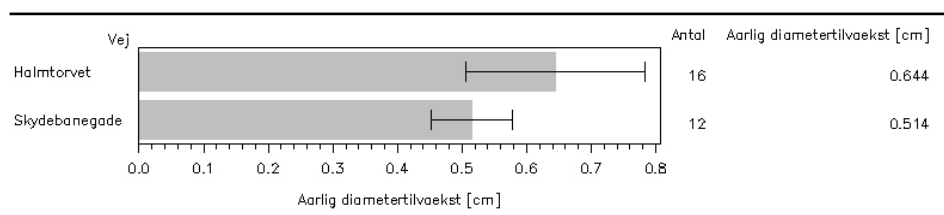


Figur 37: Årlig diameteriltvækst *Sorbus*-arter. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

4.5.9 Tjørn (*Crataegus*)

Med en gennemsnitlig årlig diameteriltvækst på 0,59 cm ligger slægten *Crataegus* under totalgennemsnittet.

Crataegus indgår med 28 træer på to lokaliteter (Halmtorvet, 16 træer og Skydebanegade, 12 træer) i undersøgelsen. Alle træer er af arten *C. lavallei*, og alle er plantet under anvendelse af gartnermacadam. Træerne på Halmtorvet står i et sammenhængende areal med overflade af grus, dog med undtagelse af fire træer nærmest springvandet, hvor der er belægning over rodarealet. Træerne i Skydebanegade står i separate plantekummer.



Figur 38: Årlig diameteriltvækst *Crataegus lavallei*. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

Umiddelbart er den store spredning af træerne på Halmtorvet påfaldende sammenlignet med træerne på Skydebanegade (figur 38). Den skyldes dog sandsynligvis, at de fire træer nærmest springvandet havde en meget lav vitalitet (score mellem 0 og 2), som ifølge oplysninger fra Vej & Park skyldes påvirkning af klor fra springvandet.

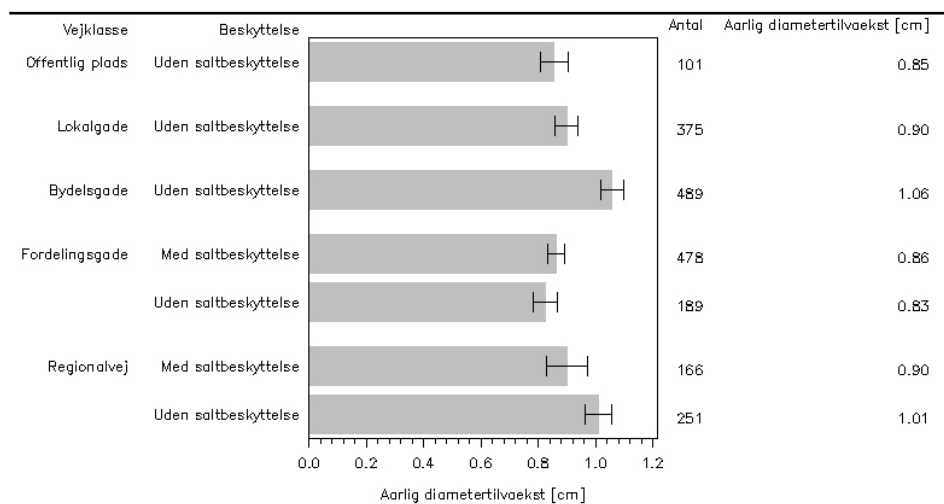
Den gennemsnitlige vitalitetsvurdering for *Crataegus* er med 3,2 den laveste for alle slægter i denne undersøgelse.

4.6 Tilvækst – saltbeskyttelse

Analysen af saltbeskyttelsens effekt på diametertilvækst er ikke foretaget på det samlede datasæt, da der på vejklasserne offentlig plads, lokalgade og bydelsgade kun beskyttes få træer. Derfor er det mere relevant at foretage en sammenligning indenfor de enkelte vejklasser (figur 39). Da der er for få træer på vejklasserne: offentlig plads, lokalgade og bydelsgade, som får saltbeskyttelse om vinteren, er der her kun anført værdier for træer uden saltbeskyttelse.

Det viser sig, at saltbeskyttelse ikke påvirker tilvæksten signifikant på fordelingsgader og regionalveje.

Forklaringen på dette er sandsynligvis, at saltbeskyttelse ikke i sig selv er en vækstfremmende foranstaltning, men en beskyttelse mod skadelig saltpåvirkning. Da saltbeskyttelse anvendes de steder, hvor saltpåvirkningen formodes at være størst, så viser resultatet derfor, at beskyttelsen virker, da træer med saltbeskyttelse opnår vækstresultater svarende til træer uden saltbeskyttelse, der må formodes at være på mindre belastede lokaliteter. Skadelige virkninger af vejsalt på trævækst er yderst veldokumenteret (opsamling hos bl.a. Dobson 1991, Randrup & Pedersen 1996), hvorfor denne undersøgelse dokumenterer, at det er fornuftigt at forsætte den nuværende praksis med saltbeskyttelse.



Figur 39: Tilvækst med og uden saltbeskyttelse, ekskl. popler. Vejklasserne: offentlig plads, lokalgade og bydelsgade indeholder kun enkelte træer med saltbeskyttelse, som ikke indgår i figuren. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.

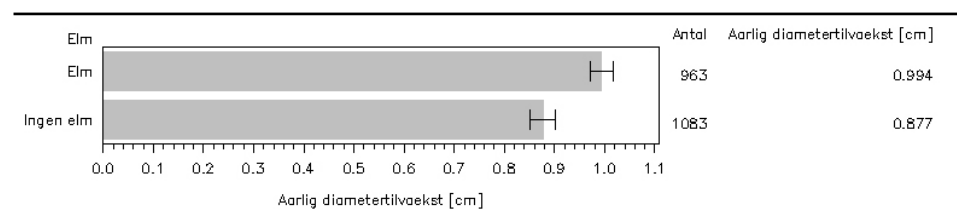
Et interessant eksempel i denne sammenhæng er platanplantningen på Frederiksborgvej (en regionalvej), hvor der ikke opsættes saltbeskyttelse. Her er der etableret en lav asfaltkant omkring plantehullet, så der sker mindre nedrivning af saltholdigt smeltevand. Den gennemsnitlige årlige diameter-tilvækst er her højere end gennemsnittet for plataner (1,19 cm i forhold til 1,01 cm).

4.7 Tilvækst – elm i plantehullet

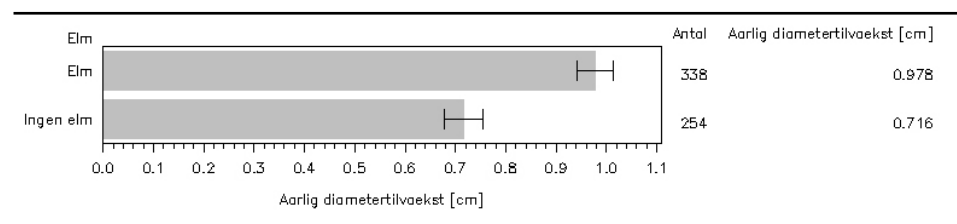
Det har vist sig at give øget tilvækst, hvis der i plantehullet førhen har stået elmetræer (figur 40). Effekten er signifikant ved analysen over hele datamaterialet ($P < 0,001$) og i særdeleshed for lind (figur 41) og ask.

Forklaringen er formentlig, at via elmens rodvækst er der forbedret jordstruktur uden for selve plantehullet i form af rodkanaler, som det nye træs rødder kan følge. Endvidere sker der en nedbrydning af organisk materiale, som tilfører næringsstoffer til det nye træ.

Disse resultater tyder på, at nyplantede træer på lokaliteter, hvor der allerede har stået træer, kan drage fordel af de gamle træers forbedring af jordstrukturen. Endvidere har de gamle træer beskyttet mod, at der er foretaget ødelæggende anlægsarbejde med opgravning og komprimering.



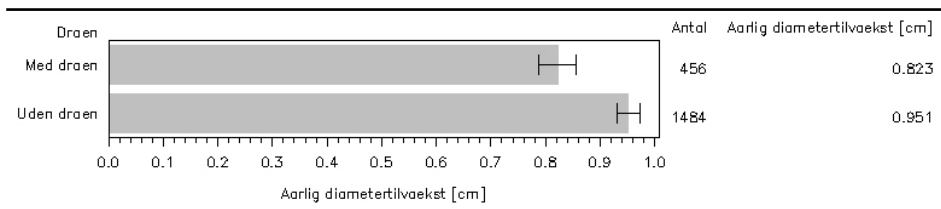
Figur 40: Elm og tilvækst – alle slægter (ekskl. popler). Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.



Figur 41: Elm og tilvækst – kun Tilia. Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.

4.8 Tilvækst – dræn

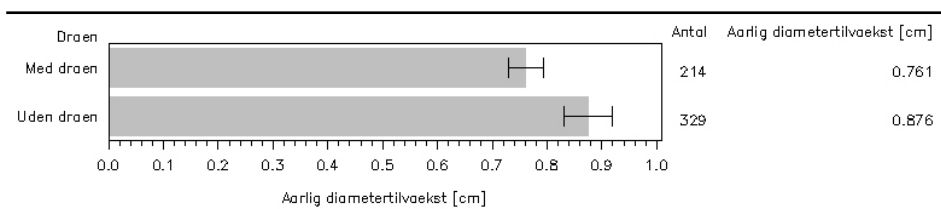
Variansanalysen og gennemsnitsberegningerne viste, at træer med installeret dræn i plantekummerne havde en mindre tilvækst end træer i plantehuller uden dræn (figur 42). Denne effekt kunne også spores ved analyse på enkelte slægter (signifikant for lind, figur 43).



Figur 42: Tilvækst med og uden dræn, alle slægter undtagen popler. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.

Der kan være forskellige forklaringer for effekten. En oplagt forklaring er, at lokaliteter, hvor der installeres dræn, anses for at være mere problematiske sammenlignet med lokaliteter, hvor dræn ikke anses som nødvendigt. En anden forklaring kan være den samme som ovenfor, hvor der er efterplantet efter elm, og hvor der ikke er udført dræn, men der opnås større tilvækst alligevel.

Undersøgelsen giver ikke grundlag for at undlade at etablere dræn ved nyplantninger. Dårlig afdræning kan medføre stående vand i plantehuller, der kan slå et træ ihjel eller afgørende begrænse dets tilvækst.



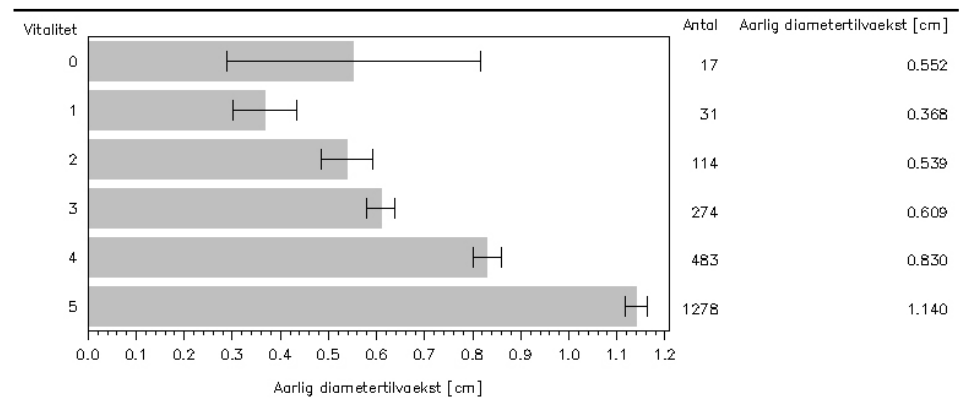
Figur 43: Tilvækst med og uden dræn, Tilia. Linjerne viser 95 %-konfidensinterval.

4.9 Tilvækst og vitalitet

Der er en tydelig og signifikant positiv sammenhæng mellem vitalitetsvurderingen og den gennemsnitlige årlige diameteriltvækst (figur 44). Da vitalitetsvurderingen giver udtryk for en række umiddelbart synlige ydre parametre (skudtilvækst, løvfarve, løvtæthed), viser dette resultat, at et velvoksende træ også udfylder dets æstetiske og arkitektoniske funktion.

Derudover giver vitalitetskarakterernes fordelingsmønster udtryk for, at flertallet af de undersøgte træer fremstår vitale: 1761 træer, svarende til 80 % af alle undersøgte træer, får karakteren 4 eller 5.

Resultatet viser også, at der kan foretages en hurtig screening af træernes tilvækst ved at foretage en vurdering af deres vitalitet. Vitalitets score på 2 og derunder giver kun den halve årlige tilvækst.



Figur 44: Gennemsnitlig diameteriltvækst og vitalitetsvurdering (ekskl. popler). Linjerne viser 95 % -konfidensinterval.



Figur 45: Illustration af vitalitet ved eksemplet lind. Til venstre: Træ med store døde kronepartier, vitalitet vurderes til 0 (Borgbjergsvej). I midten: Træ med lys krone, reduceret kronetæthed og ingen skudtilvækst, vitalitet vurderes til 2 (Axeltorv). Til højre: Træ i god vækst med mørk og tæt krone og skudtilvækst over 30 cm, vitalitet vurderes til 5 (Øster Voldgade).

5. Rod- og jordundersøgelse Ved Stranden

På grund af bolværksrenovering måtte beplantningen »Ved Stranden« bestående af 24 lindetræer (*Tilia cordata* 'Rancho') plantet i 1994 fjernes. Træerne blev plantet i rodgrus og opgravningen gav derfor lejlighed til at undersøge rodvæksten i dette substrat nærmere. Træerne var allerede fældet og en del af støddene var gravet op. Efter aftale med Vej & Park og entreprenøren var der i et begrænset tidsrum mulighed for at foretage undersøgelser ved hjælp af entreprenørens gravemaskiner.

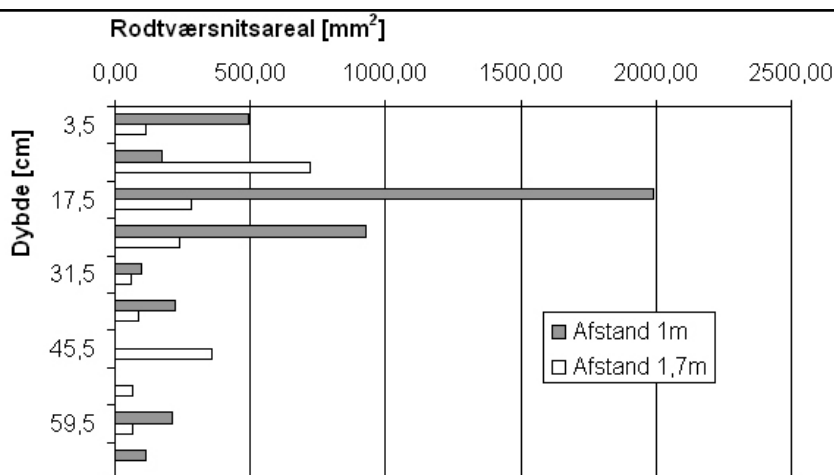
5.1 Fremgangsmåde for undersøgelse af rodfordeling

Rodfordelingen blev undersøgt nærmere på ét enkelt træ. Der blev gravet grøfter med gravemaskinen i henholdsvis en afstand af 1,7 m og 1 m fra træet. Grøftkanten blev glattet med en spade, og hængende rødder blev klippet tilbage. Derefter blev røddernes diameter målt med en elektronisk skydelære. Røddernes vertikale og horisontale orientering blev bestemt ved hjælp af et gitter (0,7 m x 0,7 m) med felter på 7 cm x 7 cm (metode: Smit *et al.* 2000).

5.2 Fremgangsmåde for jordundersøgelser

Der blev udtaget jordprøver til bestemmelse af tørrumvægt og til bestemmelse af gravimetrisk vandindhold. Til tørrumvægt blev der med en udstikscylinder taget tre intakte prøver i dybder af henholdsvis 30 cm, 60 cm og 90 cm (afstand 1,70 m fra træet) med tre gentagelser for hver dybde.

Prøver til bestemmelse af vandindhold blev taget med en spade fra to dybder samt fra jordvolumenet lige under vandingssystemet. Jordprøverne blev efterfølgende tørret i tørreskab, hvorpå tørrumvægt og vandindhold kunne beregnes (metode: Schlichting *et al.* 1995).



Figur 46: Vertikal rodfordeling Ved Stranden.

5.3 Resultater

Da der ikke blev arbejdet med gentagne målinger, kan de her præsenterede resultater ikke bearbejdes statistisk. De kan dog give en generel idé, om og i hvor stor grad rødderne er i stand til at vokse ind i rodgruset.

Generelt blev der observeret rodvækst ud af selve plantehullet og ind i zonen med rodgrus. Rødderne forekom over hele det undersøgte jordprofil både horisontalt og vertikalt, med den højeste rodkoncentration i de øverste jordlag. Ikke overraskende reduceredes rodkoncentrationen med tiltagende afstand fra træet (figur 46).

Rodvæksten var dog ikke jævnt fordelt over hele profilet. Stærk rodvækst forekom langs den støbte inderkant af bolværket, og rødderne syntes også at opsøge og følge jordsektioner med et højere indhold af organisk materie kendetegnet ved mørk farve. Substratets tørrumvægt er målt til $1,5 \text{ g/cm}^3$ i alle tre dybder: 30, 50 og 90 cm.

Ud fra de udførte målinger på det ene træ og supplerende opgravning af flere træer kan det konkluderes, at der har været massiv rodudvikling uden for *plantehullet*, men at rodudviklingen ikke har været jævnt fordelt i mediet. En jævnere fordeling kan evt. opnås ved en mere homogen blanding af materialerne.



Figur 47: Rodnettet ved overgangen fra plantehullet (blanding af allétræsmuld med rodgrus) til rodgrus. Rødderne er tydeligvis groet ud af plantehullet og ind i rodgruset.



Figur 48: Måling af røddernes tværsnitsareal ved hjælp af målerammer og elektronisk skydelære.

6. Konklusioner

En central og overordnet konklusion på basis af både tilvækstmålingerne og vitalitetsvurderingerne er, at bytræerne i Københavns Kommune generelt trives godt. Tilvækstværdierne ligger mellem tilvæksten, målt i en tidligere undersøgelse af rodvenlige befæstelser omfattende ca. 1000 træer på landsplan og tilvæksten, målt på bytræsarboretet, og giver således udtryk for en overordnet velfungerende praksis i forhold til etablering og drift af bytræer.

Derudover viser undersøgelsen, at de metoder til forbedring af vækstbetingelser på udsatte lokaliteter, som Vej & Park anvender, ser ud til at fungere efter hensigten. Med de anvendte metoder til at opbygge rodvenlige befæstelser kan opnås vækstrater sammenligneligt med traditionel etablering i muldarealer. Dette gælder begge former for rodvenlige befæstelser (gartnermacadam og rodgrus). Konklusionen støttes yderligere af opgravningen Ved Stranden (*Tilia cordata* 'Rancho'), hvor der blev fundet rodvækst i grussubstratet over hele det opgravede profil. Undersøgelsen har vist, at plataner på en enkelt lokalitet har endda meget høje tilvækstrater i rodgrus.

Etablering med anvendelse af gartnermacadam har vist sig at resultere i gode tilvækstrater især for kejserlind (*Tilia x europaea* 'Pallida').

For slægten *Acer* viser denne undersøgelse vanskeligheder ved etablering i rodvenlige befæstelser. Her er tilvæksten højest ved en plantning i ren muld.

Hvor det har været muligt at undersøge samme slægter og arter i forskellige etableringsmetoder viser det sig dog, at muldplantninger med størst mulige kummer resulterer i den største tilvækst.

Superplantekummer har vist sig at give særdeles gode resultater for plataner og lind. Samtidig med at tilvæksten er markant større, er tilvækstspredningen forholdsvis lille. Dette indikerer, at superplantekummer er en sikker metode til etablering af træer med lille risiko for dårlig trivsel eller udfald og bedst mulige chancer for at opnå et ensartet resultat.

Undersøgelsen viser, at det er vanskeligt at opnå en ensartet vækst, hvis der i samme beplantning anvendes forskellige etableringsmetoder. Dette kan f.eks. ses på H.C. Andersens Boulevard for *Tilia x europaea* 'Pallida' (gartnermacadam og superplantekummer) og på strækningen Vester Farimagsgade/ Staunings Plads for *Tilia platyphyllos* 'Örebro' (gartnermacadam og muldplantning) og på Halmtorvet med tjørn. Dette understreger, at metoderne med anvendelse af rodvenlig befæstelse kun skal tages i anvendelse, når forholdene tilsiger det, og der ikke kan skaffes den fornødne plads til at plante i store jordarealer. Endvidere stiller det krav til planlæggerne om at acceptere, at det er planlægningen, der styrer de vækstmæssige resultater, og at der i etablering og drift ikke fuldt kan kompenseres for ringe vækstvilkår fastlagt i planlægningen.

Slægter med tilvækst over gennemsnittet er popler, plataner, ask og robinia. Undersøgelsen bekræfter derudover, at poppelbeplantninger har høje tilvækstrater også ved en mere »ekstensiv« etableringsmetode. Popler kan således bruges med god succes, hvis der ikke er mulighed for at anvende arbejds- og omkostningsintensive etableringsmetoder.

Vitalitetsvurderingen giver generelt udtryk for, at de fleste træer er i god vækst. Kun slægterne *Crataegus* og *Quercus* har en gennemsnitlig vitalitetskarakter under 4, og begge slægter er kendt som vanskelige at etablere på et nyt voksested.

Resultaterne dokumenterer, at opsættelsen af saltbeskyttelse på udsatte lokaliteter forhindrer, at gadetræer her har en mindre tilvækst end gadetræer på mindre saltbelastede lokaliteter. Derfor vurderes nuværende praksis som fornuftigt.

6.1 Udviklingspotentiale

Denne undersøgelse dokumenterer, at det er muligt at anvende rodvenlige befæstelser til at sikre vækst af træer på lokaliteter, hvor det ikke er muligt at operere med åbne jordoverflader.

Rodvæksten i de rodvenlige befæstelser er tidligere undersøgt i kontrollerede eksperimenter, hvorimod der mangler dokumentation om rodvækst på gadetræsniveau. Nogen information er tilvejebragt om væksten i rodgrus, hvorimod rodudviklingen i gartnermacadam ikke er kendt. Det anbefales derfor at foretage rodundersøgelser, eksempelvis i forbindelse med at træer tages op ved byggeprojekter eller lignende for derigennem at skaffe den manglende viden om rodvæksten.

Da anvendelse af rodgrus er en billigere og mere enkel metode end gartnermacadam, er det relevant at optimere den yderligere. Bl.a. vil en lavere komprimering formentlig skabe bedre vilkår for rodvækst. Udenlandske referencer peger samtidig på, at rodgrus kan opfylde sin funktion som underlag for belægningen ved lavere komprimeringsgrader end nuværende praksis i København. Det anbefales derfor, at foretage yderligere undersøgelser for at optimere komprimeringsgraden i forhold til bæreevne, rodgennemtrængelighed og vandholdende evne. I forbindelse med dette kan nye, mobile metoder til måling af bæreevne og komprimeringsgrad med fordel anvendes.

Metoden med gartnermacadam har på mange måder vist sin berettigelse, men er en omstændelig og dyr metode. Der ligger et stort udviklingspotentiale i at undersøge, i hvilken grad der er sammenhæng mellem udførelse og vækst. Der er ligeledes behov for at undersøge træernes rodudvikling horisontalt og vertikalt for at optimere metodens anvendelse.

Popler har et stort potentiale som bytræ, hvilket her i undersøgelsen understreges af høje tilvækstrater og høje vitalitetsvurderinger. Poplernes vækst-

form og etableringsvillighed gør dem meget selvhjulpne, hvor beskæring og andre plejeindgreb hører til undtagelserne. Da poplernes rødder dog hyppigt forvolder skader på belægnings, ligger der en udfordring i udviklingen af plantesystemer, som reducerer disse skader. Der kunne her tages udgangspunkt i tekniske tiltag eller selektion af kloner med mindre aggressiv rodvækst.

Beskyttelsen af træer mod vejsalt med saltbeskyttelsesplader kræver en stor indsats, og bybilledet er præget af saltbeskyttelserne i op mod halvdelen af året. Det anbefales derfor at arbejde hen imod et plantningskoncept, som kan reducere behovet for denne form for saltbeskyttelse.

Undersøgelsen viste en stor variation mellem plantninger etableret på samme måde og under sammen vilkår. Forskellene i træernes vækst formodes her at stamme fra forskelle i udførelsen af jordarbejde og plantearbejde. Succesraten kan derfor sandsynligvis øges, hvis fagtilsynet under udførelsen øges og systematiseres med angivelse af en række nøglepunkter, der skal kontrolleres under udførelsen.

Inddragelsen af tilvækstreferencer f.eks. fra bytræsarboretet åbner op for en kvalificeret beskrivelse af forventninger til plantninger under forskellige forhold. Det kunne således tænkes at bruge bytræsarboretets træer som reference i forhold til målsætninger angående bytræs vækst. Der kunne således kræves tilvækster på en given %-sats af referencen.

Slutteligt kan der med udgangspunkt i denne undersøgelses samlede data-materiale foretages langt mindre arbejdsintensive opfølgingsmålinger for at undersøge og dokumentere de alternative etableringsmetoders effekt på tilvækst over længere tid.

7. Referencer og litteratur

Anon, (1996):

Brug af rodvenlige befæstelser under belagte arealer i Københavns Kommune – en præsentation af begreber og udvalgte arbejdsprocesser. Københavns Kommune, Parkafdelingen og Forskningscentret for Skov & Landskab.

Balder, H. (1998):

Die Wurzeln der Stadtbäume. Ein Handbuch zum vorbeugenden und nachsorgenden Wurzelschutz. Parey Buchverlag, Berlin, Germany.

Couenberg, E. A. M. (1994):

Amsterdam tree soil. In: Watson, G. W. & D. Neely (1994): The landscape below ground, International Society of Arboriculture, Savoy, Illinois, USA.

Dobson, M. C. (1991):

De-icing salt damage to trees and shrubs. Forestry Commission Bulletin 101, London.

Grabosky, J. & N. Bassuk (1995):

A new urban tree soil to safely increase rooting volumes under sidewalks. Journal of arboriculture 21 (4), 187-201.

Grabosky, J. & N. Bassuk (1996):

Testing of structural urban tree soil materials for use under pavement to increase street tree rooting volumes. Journal of arboriculture 22 (6), 255-263.

Kristoffersen, P. (1998a):

Designing urban pavement sub-bases to support trees. Journal of arboriculture 24 (3), 121-126.

Kristoffersen, P. (1998b):

Træers vækst i rodvenlige befæstelser. Grønt Miljø (6), 4-7.

Kristoffersen, P. (1998c):

Etablering af rodvenlige befæstelser. Grønt miljø (7), 4-11.

Kristoffersen, P. (1999):

Growing trees in road foundation materials. Arboricultural Journal 23 (1), 57-76

Lemaire, F. & X. Sorin (1997):

Artificialisation du milieu de culture dans les espaces verts urbains. I: Rivière, L. M. (ed.) (1997): La plante dans la ville. INRA Editions, les colloques No. 84: 247-256.

Nicoll, B. C. & A. Armstrong (1996):

Development of *Prunus* root systems in a city street: Pavement damage and root architecture. *Arboricultural Journal* 22, 259-270.

Randrup, T. B. & L. B. Pedersen (1996):

Vejsalt, træer og buske – en litteraturundersøgelse om NaCl's effekter på vedplanter langs veje. Rapport nr. 64, Vejdirektoratet.

Smit, A. L., A. G. Bengough, C. Engels, M. van Noordwijk, S. Pellerin & S. C. van de Geijn (2000):

Root methods: A handbook. Springer-Verlag, Berlin.

Schlichting, E., H.-P. Blume & K. Stahr (1995):

Bodenkundliches Praktikum. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.

Bilag

Bilag 1. Oversigt over plantenavne

Tabel 11: Plantenavne, slægter og arter inkluderet i undersøgelsen.

Slægt, art	Dansk navn	Bemærkning
<i>Acer platanoides</i>	Spidsløn	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Ahorn	
<i>Acer saccharinum</i>	Sølvløn	
<i>Crataegus lavallei</i>	Glansbladet tjørn	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	
<i>Platanus x acerifolia</i>	Platan	syn.: <i>P. x hispanica</i>
<i>Quercus palustris</i>	Sumpeg	
<i>Quercus petraea</i>	Vintereg	
<i>Quercus robur</i>	Stilkeg	
<i>Quercus rubra</i>	Rødeg	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	
<i>Sorbus aria</i>	Akselrøn	
<i>Sorbus intermedia</i>	Seljerøn	
<i>Sorbus latifolia</i>	Seljerøn	
<i>Tilia cordata</i>	Småbladet lind, vinterlind	
<i>Tilia x europaea</i> 'Pallida'	Kejserlind	syn.: <i>T. x vulgaris</i> 'Pallida'
<i>Tilia platyphyllos</i>	Storbladet lind	

Bilag 2. De enkelte plantninger

Tabel 12: De enkelte plantninger, sorteret efter træart.

Slægt	Art	Klon	Vej	Plantemetode	Planteår	Antal	Gennemsnitlig årlig tilvækst stammediameter [cm]
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>		Enghavevej	Muld	1995	12	0,89
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>		Molestien	Muld	1995	75	0,67
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>		Peder Lykkes Vej	Muld	1995	9	1,09
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>		Sydhavnsgade	Muld	1995	58	0,78
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>	Emerald Queen	Bellahøjvej	Muld	1995	26	0,79
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>	Emerald Queen	Rådhuspladsen	Rodgrus	1995	18	0,31
<i>Acer</i>	<i>pseudoplatanus</i>		Vigerslev Allé	Gartnermacadam	2000	29	0,49
<i>Acer</i>	<i>pseudoplatanus</i>		Vigerslev Allé	Muld	1999	29	0,71
<i>Acer</i>	<i>saccharinum</i>		Hellebækgade	Muld	1995	28	1,24
<i>Crataegus</i>	<i>lavallei</i>		Halmtorvet	Gartnermacadam	2000	16	0,64
<i>Crataegus</i>	<i>lavallei</i>		Skydebanegade	Gartnermacadam	2001	12	0,51
<i>Fraxinus</i>	<i>excelsior</i>		Roskildevej	Muld	1991/2000	32	1,10
<i>Fraxinus</i>	<i>excelsior</i>	Diversifolia	Jyllingevej	Muld	1992	22	0,74
<i>Fraxinus</i>	<i>excelsior</i>	Westhofs Glorie	Strandpromenaden	Muld	1999	37	1,05
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Amagerbrogade	Superplantetekumme	1992	48	1,02
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Amagerbrogade	Muld	1995	56	1,17
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Engvej	Muld	1995	32	1,27
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Frederiksborgvej	Muld	1998/2000	105	1,19
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Gammel Køge Landevej	Gartnermacadam	2000/2001	54	0,88
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Hans Egedes Gade	Muld	1990/2000	11	1,85
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Halmtorvet	Rodgrus	2000	17	1,84
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Halmtovet	Muld	1999	11	1,39
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Kalvebods Brygge	Gartnermacadam	2001	59	0,68
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Kalvebods Brygge	Muld	2000/2001	102	0,61
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Lyngbyvej	Muld	1997	10	0,38
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Østbanegade	Muld	1997	94	1,14
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Østerbrogade	Gartnermacadam	2001	58	1,01
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Peder Lykkes Vej	Muld	1995	5	1,22
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Strandboulevarden	Muld	1992/1995	33	0,62
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Strandvej	Muld	2000	23	0,70
<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>		Tuborgvej	Muld	2000	25	0,75
<i>Populus</i>			Lundtoftegade	Muld	1994/1995	63	2,05
<i>Populus</i>	<i>canadensis</i>	Bachelieri	Mågevej	Muld	1995	18	1,78
<i>Prunus</i>	<i>avium</i>	Plena	Islands Brygge	Gartnermacadam	1997-2000	135	1,35
<i>Quercus</i>	<i>palustris</i>		Godthåbsvej	Gartnermacadam	1995	21	0,68
<i>Quercus</i>	<i>petraea</i>		Fensmarkgade	Muld	1990	10	0,55
<i>Quercus</i>	<i>petraea</i>		Refsnæsgade	Muld	1990	2	0,53
<i>Quercus</i>	<i>robur</i>		Forlandet	Muld	1993/95	26	0,69
<i>Quercus</i>	<i>rubra</i>		Lykkebovej	Muld	1999	19	0,77
<i>Robinia</i>	<i>pseudoacacia</i>	Bessoniana	Røde Mellemvej	Muld	1995	33	1,14
<i>Robinia</i>	<i>pseudoacacia</i>	Nyirsegi	Strødamvej	Muld	2000	10	1,17
<i>Sorbus</i>	<i>aria</i>		Grøndalsvænge Allé	Muld	1995	35	0,62
<i>Sorbus</i>	<i>intermedia</i>		Sundbyvester Plads	Muld	1992/95	60	0,77
<i>Sorbus</i>	<i>latifolia</i>		Ingerslevgade	Muld	2000	34	1,02

Tabel 12 fortsat: De enkelte plantninger, sorteret efter træart.

Slægt	Art	Klon	Vej	Plantemetode	Planteår	Antal	Gennemsnitlig årlig tilvækst stammediameter [cm]
<i>Tilia</i>			Sundholmsvej	Muld	1995/2000	20	0,84
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>		Dannevirkegade	Muld	1994/1997	11	1,14
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>		Frederikssundsvej	Muld	1995	51	0,65
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>		Lyngsies Plads	Gartnermacadam	1990	5	0,63
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>	Erecta	H. C. Andersens Boulevard	Muld	1990	21	0,73
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>	Greenspire	Axeltorv	Muld	1991	12	0,90
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>	Rancho	Ved Stranden	Rodgrus	1994	24	1,02
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Åboulevard	Muld	1995/97/99	15	0,42
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Artillerievej	Muld	1996	5	0,95
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Artillerievej	Gartnermacadam	1996	14	0,84
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Blegdamsvej	Muld	1992/95	22	0,55
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Blågårdsplads	Muld	1995	9	0,70
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Borgmester Jensens Allé	Muld	1999	24	0,78
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Borgbjergsvej	Muld	1990/99	13	0,34
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Frederiksholms Kanal	Muld	1996	11	0,77
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Haraldsgade	Muld	1991/95	11	0,48
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Højbro Plads	Gartnermacadam	1998	22	0,46
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	H. C. Andersens Boulevard	Superplanteikumme	2001	16	1,38
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	H. C. Andersens Boulevard	Gartnermacadam	2001	4	0,89
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Kongens Nytorv	Gartnermacadam	2001	80	0,86
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Lygten		1992	23	0,61
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Nørre Allé	Muld	1999	39	0,69
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Øster Voldgade	Rodgrus	1995	8	1,13
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Øster Voldgade	Muld	1995/20000	42	1,34
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Ovengade neden vandet	Muld	1992	21	1,04
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Ovengade neden vandet	Gartnermacadam	1998	29	1,08
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Ovengade oven vandet	Muld	1992/96/2000	15	0,86
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Ovengade oven vandet	Superplanteikumme	1992/2000	9	1,09
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Ovengade oven vandet	Gartnermacadam	1999	5	1,27
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Ovengade oven vandet	Rodgrus	1999	5	1,60
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Peder Lykkes Vej	Muld	1995	3	1,08
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Strandboulevarden	Muld	1990/96	14	0,74
<i>Tilia</i>	<i>x europaea</i>	Pallida	Vibevej	Muld	1992	8	0,85
<i>Tilia</i>	<i>platyphyllos</i>	Örebro	Staunings Plads	Gartnermacadam	2000	2	0,85
<i>Tilia</i>	<i>platyphyllos</i>	Örebro	Staunings Plads	Muld	2001	14	1,52
<i>Tilia</i>	<i>platyphyllos</i>	Örebro	Vester Farimagsgade	Gartnermacadam	1999	24	0,86

Bilag 3. Vejklasser

Regionalveje

På de regionale veje skal biltrafikken sikres en hensigtsmæssig og glidende afvikling, samtidig med at trafikikkerheden og krydsningsmuligheder skal sikres. Den primære hovedfunktion er at afvikle den overordnede biltrafik og sikre sammenhængen mellem København og den øvrige region.

På mange regionale veje kører 30-40.000 biler på et gennemsnitsdøgn, enkelte har dog op til den dobbelte biltrafik.

Samlet længde 60 km.

Samlet biltrafik 2,3 mio. km kørte km/døgn (2003).

Fordelingsgader:

Fordelingsgaderne sikrer forbindelsen mellem bydelene og benyttes typisk af 15.000-20.000 biler pr. døgn samt af cykler og busser. Den primære hovedfunktion er at afvikle trafik mellem bydele. Fungerer ofte som vigtige bus- og cykelforbindelser. De indrettes derfor under hensyntagen til cykel- og bustrafik såvel som til biltrafikken.

Samlet længde 88 km.

Samlet trafik 1,5 mio. km kørte km/døgn (2003).

Bydelsgader:

På bydelsgaderne prioriteres bus- og cykeltrafik mindst lige så højt eller højere end biltrafikken, og de kan indrettes i overensstemmelse hermed. Gennemkørende biltrafik søges minimeret på bydelsgader. Den primære funktion er at sikre forbindelse mellem overordnet vejnet og lokale bydele, altså undgå gennemgående trafik. På en typisk bydelsgade kører ca. 5.000 biler på et hverdagsdøgn.

Samlet længde 97 km.

Samlet trafik 0,6 mio. km/døgn (2003).

Lokalgader:

På lokalgader prioriteres boligmiljøet. Den primære funktion er at sikre lave hastigheder og minimum af biltrafik for at sikre boligmiljøet.

Samlet længde 489 km.

Bilag 4. Statistiske begreber

Signifikans:

Statistisk mål, beskriver sandsynligheden for, at en sammenhæng beror på tilfældigheder i datamaterialet eller på en reel sammenhæng. Sammenhæng betegnes som signifikant, hvis sandsynligheden for, at sammenhæng (f.eks. mellem plantemetode og tilvækst) i virkeligheden baserer på at tilfældigheder er mindre end 5 %. Denne værdi betegnes som signifikansniveau og præsenteres i rapporten som decimaltal p . Et forhold betegnes altså som signifikant, når $p < 0,05$. Jo mindre p , desto mindre sandsynligheden for fejlfortolkning. Det her anvendte statistikprogram SAS angiver signifikansniveau til $p < 0,0001$ (altså 0,01 % risiko for fejlfortolkning).

Variansanalyse:

Statistisk procedure, der skiller variabiliteten af data i enkeltkomponenter, hvor de enkelte komponenter har hver deres særskilte årsag for variabiliteten. Eksempelvis kan spredningen inden for variabelen »årlig diameter tilvækst« tilordnes de forskellige indflydelsesfaktorer – f.eks. plantemetode, slægt og en restvariabilitet, som beskriver den naturlige spredning, som ikke er påvirket af faktorerne.

Boxplot:

Diagramtype til sammenligning af spredningen af forskellige grupperes måleværdier. Boxplots kan bl.a. illustrere gennemsnittet, medianen, maksimum- og minimumsværdi (se afsnit 3.5.3, s. 22).

Median:

Medianen er den midterste værdi af det ordnede datasæt, dvs. at halvdelen af værdierne ligger over medianen, og halvdelen af værdierne ligger under medianen. Medianen behøver ikke være lig med gennemsnitsværdien!

Konfidensinterval:

Konfidensintervallet er et mål for usikkerheden for et givent udfald. Nærmere bestemt er det et interval, inden for hvilket den sande værdi forventes at ligge med en bestemt grad af sikkerhed. Almindeligvis angives den som 95 %, hvilket vil sige, at man kan være 95 % sikker på, at den sande værdi for en hel population ligger inden for det angivne konfidensinterval. Måleværdiernes spredning og antallet af måleværdier har stor indflydelse på konfidensintervallets størrelse.

Arbejdsrapporter Skov & Landskab

Nr. 1	·	2004	Etablering af løvtræ på marginale landbrugsjorder
Nr. 2	·	2004	Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer
Nr. 3	·	2004	Metroens effekt på ansattes transportadfærd
Nr. 4	·	2004	Æstetisk sansning og naturvidenskabelig naturforståelse
Nr. 5	·	2004	Data om friluftsliv og turisme i regionplanlægningen og amternes forvaltning
Nr. 6	·	2005	Status og anbefalinger for friluftsliv i forbindelse med Nationalpark Nordsjælland
Nr. 7	·	2005	Recirkulering af aske i skove
Nr. 8	·	2005	Biomasse til energiformål
Nr. 9	·	2005	Forsøg på bekæmpelse af Blåtop på Randbøl Hede
Nr. 10	·	2005	Kommunale udbud af grønne driftsopgaver 1997-2003
Nr. 11	·	2005	Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse
Nr. 12	·	2005	Vorsø Skov VI
Nr. 13	·	2005	Skærmstilling og underbeplantning af rødgran i Gludsted Plantage
Nr. 14	·	2005	Værdisætning af de danske lyngheder
Nr. 15	·	2005	Pesticidfri vejdrift - Forsøg på hellearealer
Nr. 16	·	2005	Pesticidfri vejdrift - Forsøg med cykelstikanter
Nr. 17	·	2005	Pesticidfri vejdrift - Forsøg langs kantsten
Nr. 18	·	2005	Pesticidfri vejdrift - Forsøg i nødspor på den sønderjyske motorvej
Nr. 19	·	2005	endnu ikke udgivet
Nr. 20	·	2005	Landskabskaraktermetoden - et kompendium
Nr. 21	·	2005	Kommuners og pendlerregioners sårbarhed over for outsourcing
Nr. 22	·	2005	endnu ikke udgivet
Nr. 23	·	2005	endnu ikke udgivet
Nr. 24	·	2005	Vegetationsudvikling og nitratudvaskning ved ændret arealanvendelse
Nr. 25	·	2006	Undersøgelse af forskellige dækrodssystemer for bøg og eg ved udplantning i skov
Nr. 26	·	2006	endnu ikke udgivet
Nr. 27	·	2006	Evaluering af træplantningsmetoder i Københavns Kommune