



i-Tree Eco-beräkning Visby

Johan Östberg

Landskapsingenjör J. Östberg AB

0709-10 81 01

info@tradkonsult.se

www.tradkonsult.se



Trädkonsult

Green space network

Sammanfattning

Baserat på inventeringsunderlag som beställaren tillhandahållit har en beräkning gjorts, med hjälp av programmet i-Tree Eco, av de ekosystemtjänster som träden bidrar med.

Totalt inventerades 4517 träd som står på allmän platsmark. En allmän plats kan till exempel vara en gata, ett torg eller en park. För att kunna genomföra beräkningarna är det som krav från i-Tree att stamdiameter och art ingår i underlaget. Då stamdiameter inte kunnat mätas på ett antal träd har inte ekosystemtjänster kunnat beräknas på dessa träd. Beräkningarna baseras därför på underlag från 4295 träd.

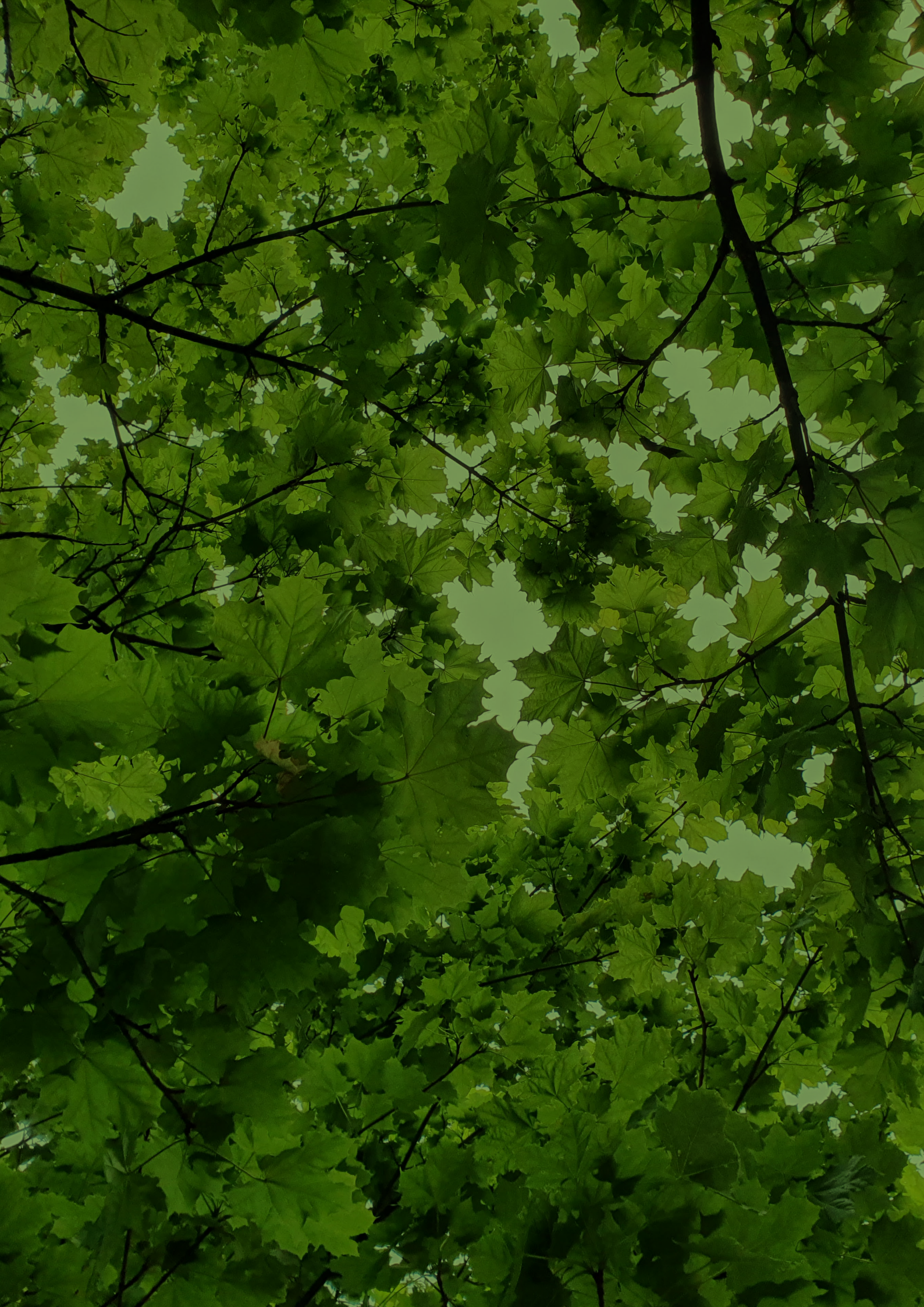
Ekosystemtjänster

Träden som inventerats tar varje år upp **278,73 ton koldioxid** och totalt motsvarar den inlagrade kolen i träden **14 506,15 ton koldioxid**. De årliga luftföroreningarna minskar tack vare träden enligt nedan:

- Svaveldioxid (SO₂): 38,0395 kg.
- Ozon (O₃): 1 418,83 kg.
- Kvävedioxid (NO₂): 188,62 kg.
- Partiklar vars diameter är mindre än 2,5 µm (PM_{2,5}): 43,2152 kg.

Värdet av dessa besparingar är **467 405 kr** per år om den svenska värderingsmodellen används. Vidare reducerar träden mängden dagvatten med **3 578,8 m³**. Beroende på hur kostnaderna för dagvatten värderas är detta besparingar på mellan **3 578 800 kr** och **71 576 000 kr**.

Träden släpper även ut lättflyktiga organiska föreningar (VOC), som skapar marknära ozon. Forskning visar däremot att trädens förmåga att kyla sin omgivning gör att de minskar utsläppen med mer än vad de släpper ut. De inventerade träden släpper ut 224,89 kg VOC per år, men samtidigt reducerar de ozon med 1 418,83 kg.



Innehållsförteckning

INLEDNING

1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1

METOD

2.1	i-Tree och i-Tree Eco	3
2.1.1	Blad och barrmassa	5
2.1.2	Data om luftförorening och nederbörd	5

TRÄDBESTÅNDETS BIDRAG TILL EKOSYSTEMTJÄNSTER

3.1	Koldioxid	7
3.2	Dagvatten	8
3.3	Luftföroreningar	9
3.3.1	PM2,5	10
3.3.2	Kvävedioxid	10
3.3.3	Ozon	10
3.3.4	Svaveldioxid	11
3.3.5	VOC	11

REFERENSER OCH VIDARE LÄSNING

13

A large, leafy tree stands in the center of a lush green park. Sunlight filters through the dense canopy, creating a bright glow. The ground is covered in vibrant green grass, and the background shows more trees and a clear sky.

1 Inledning

Inledning

1.1 Bakgrund

Allt fler människor söker sig till städer och större tätorter för bostad och arbete, vilket sätter press på den hållbara stadsplaneringen. I takt med tillväxande städer så innebär även klimatförändringarna utmaningar för dagens trädförvaltning och garanti för framtida ekosystemtjänster.

För en hållbar utveckling av det urbana landskapet krävs det därför att trädens värden tidigt vägs in i planeringsskedet och att dessa kopplas till platsspecifika beslut som berör ny markanvändning. Vid inventering av träd är det möjligt att få fram vilka ekosystemtjänster som träden bidrar med, med hjälp av datorprogrammet i-Tree Eco.

1.2 Syfte

Uppdragets syfte har varit att med hjälp av programmet i-Tree Eco beräkna de kvantitativa ekosystemtjänster som träden bidrar med. Träden som inventerats står på allmän platsmark. En allmän plats kan till exempel vara en gata, ett torg eller en park. Denna rapport syftar även till att förklara vad de värden som tas fram i-Tree Eco betyder.



2 Metod

Metod

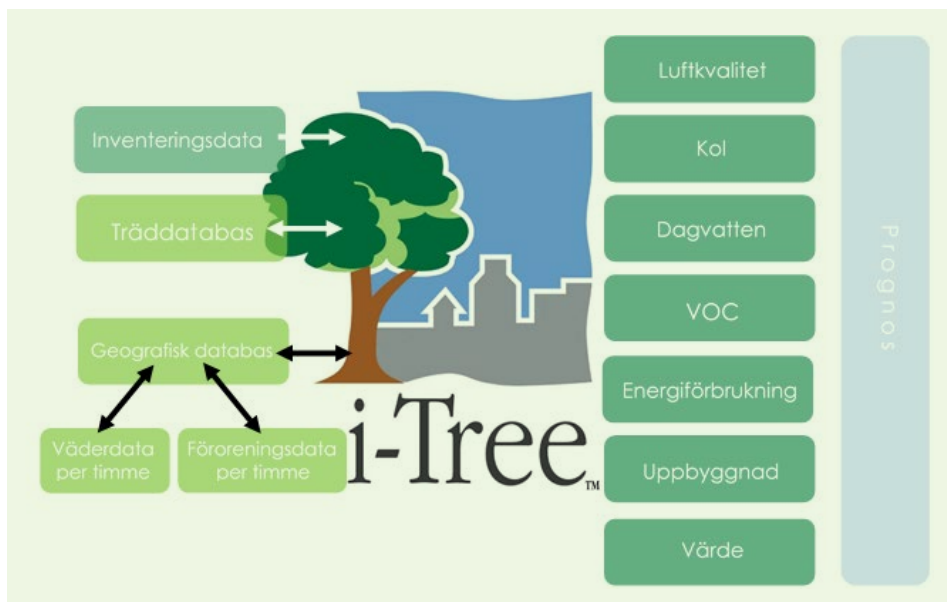
Nedan följer en beskrivning över hur beräkningarna med hjälp av i-Tree Eco gått till.

2.1 i-Tree och i-Tree Eco

i-Tree Eco är ett datorprogram som USA:s Jordbruksdepartement utvecklat från sin UFORE modell. Det används för att uppskatta ett antal olika nyttoeffekter som träden i ett visst område bidrar med. Viktiga sådana positiva bidrag är mängden koldioxid som träden tar upp, hur mycket kol som finns lagrat i träden, mängden luftföroreningar som fångas upp och trädens påverkan på dagvattenavrinningen. Utifrån dessa mått kan sedan en ekonomisk beräkning genomföras som tydliggör hur trädet även utgör ett viktigt kapital i samhällsnytta. Beräkningen är en ögonblicksbild på det träd eller den trädpopulation som ingår i värderingen. I takt med att trädet växer, eller försämras, förändras också kapaciteten till ekosystem tjänster och tillhörande ekonomisk nytta.



Figur. Diagrammet visar den översiktliga processen för i-Tree Eco där input av trädinventering, geografisk information, samt väder- och föroreningsdata (vänster kolumn) resulterar i en rad beräkningar av ekosystemtjänster (höger kolumn) samt möjligheter att genomföra långsiktiga prognoser för beståndet.



Grunden för beräkningarna är forskning från de senaste årtiondena kring metoder för uppskattning av dessa ekosystemtjänster från data som är lätt att samla in, i motsats till att bokstavligen räkna vartenda löv. Exempel på data som behövs

för uträkningarna är trädart, trädets storlek i form av stamdiameter och höjd, trädkronans storlek och skick, samt lokala väderförhållanden inkl. information om koncentrationen av luftföroreningar. I i-Trees databas finns, förutom geografisk information, samt väder- och föroreningsdata, finns över 6 400 trädarter registrerade som matchas med den inventering som görs för aktuell beräkning.

I dag finns en rad olika program inom i-Tree som tar hänsyn till olika rumsliga och ändamålsenliga förutsättningar. Till exempel finns beräkningsmodeller på en stor skala för hela avrinningsområden med fokus på hydrologiska processer, men även på mindre skala för enskilda träd med fokus på exempelvis gatumiljöer eller privata trädgårdar. För beräkningar och möjligheter att skapa en översikt av hela trädbestånd utvecklades i-Tree Eco, som användes första gången i New York City 2006 vilket resulterade i stadens nyplantering av en miljon träd. i-Tree Eco är också den programvara som använts i detta projekt.

Idag används i-Tree runt om i världen och beräknas ha över 320 000 användare. Från att ha varit ett verktyg grundat på amerikanska förhållanden vad gäller klimat och föroreningsdata finns nu verktyget även för Europa. För detta projekt har detta inneburit att all information som matats in för beräkningar baserats utifrån svenska förhållanden med specifik data för varje plats.

Att beräkna den samhällsekonomiska nyttan som träd bidrar till med att fördröja dagvatten kan inte räknas på samma sätt som flertalet internationella projekt eftersom de allra flesta svenska städer har duplikatsystem för sin dagvattenhantering och inte kombinerade system. Istället baseras den ekonomiska uträkningen på en kostnadsjämförelse med tekniska konstruktioner som utgångspunkt. Med detta menas den konstruktionskostnad per kubikmeter vatten som gäller för exempelvis ett svackdike, en regnbädd eller underjordiskt magasin.

För mer ingående detaljer hänvisas till i-Tree Eco's dokumentation som finns tillgänglig på deras hemsida och en lista med webbadresser och hänvisningar till dessa dokument finns i anslutning till referenslistan.

2.1.1 BLAD OCH BARRMASSA

Bladmassa är grundläggande för beräkningen av ekosystemtjänsterna i i-Tree Eco och uppskattas utifrån trädets kronhöjd, krondiameter och stamdiameter via empiriskt funna ekvationer. Dessa är också art- eller i vissa fall släktesspecifika. Modellen korregerar för trädkonkurrens (alltså närliggande träd som överlappar eller skuggar kronan) och om delar av kronan saknas, förutsatt att detta ingår i dataunderlaget. Vidare görs ytterligare justeringar om det gäller ett barrträd då dessa kan ta upp luftföroreningar året om.

Figur. Trädens bladmassa är av stor betydelse för att träden ska kunna ge upphov till de många ekosystemtjänster om vi människor har nytta av.



Figur. Då barrväxter behåller barren under vintern har dessa stor betydelse för att minska mängden luftföroreningar under vinterhalvåret.



2.1.2 DATA OM LUFTFÖRORENING OCH NEDERBÖRD

För att kunna göra en beräkning i i-Tree Eco behövs, förutom information om de träd som ska ingå i värderingen, information från en lokal väderstation och föroreningsdata för området. Detta finns redan i programvaran och baseras på data från SMHI och Europeiska miljöbyrån (EEA). Eftersom den mest aktuella föroreningsdata som ingår i i-Tree Eco programmet grundar sig på 2015 års utsläpp så har beräkningar för samtliga ekosystemtjänster utgått från detta år. Det betyder att all klimatdata från SMHI också baseras på väderförhållanden för år 2015.



3 Träd- beståndets bidrag till ekosystem- tjänster

Trädbeståndets bidrag till ekosystemtjänster

Nedan presenteras resultatet från beräkningen av i-Tree Eco. Resultatet är uppdelat baserat på de olika ekosystemtjänster som träden ger upphov till.

3.1 Koldioxid

Koldioxid tas kontinuerligt upp av trädet och binds i dess biomassa som cellulosa. Mängden lagrat kol beror alltså direkt på storleken på trädet, dess lövkrona, stam och rotsystem. Stammens och rotsystemets massa uppskattas i modellen, i likhet med lövmassan som beskrevs ovan, med hjälp av empiriska formler baserade på trädhöjd, stamdiameter och artberoende faktorer som veddensitet. Mängden koldioxid trädet binder på ett år är direkt proportionerligt mot trädets tillväxt. UFORE och i-Tree Eco gör sina uppskattningar av trädens tillväxt baserat på trädens storlek och kronans ljusexponering. Det finns också möjlighet att korrigera tillväxttakten om träden är sjuka, döende eller redan döda. Generellt sätt lagrar större träd mer koldioxid och tar upp mer koldioxid från luften än mindre träd.

Figur. Genom trädens tillväxt lagras koldioxid i form av cellulosa, vilket minskar mängden koldioxid i atmosfären



Totalt finns det i dagsläget **14 506,16 ton lagrat koldioxid** i träden som inventerats. Varje år tar träden upp **278,73 ton koldioxid**. Värdet av detta årliga upptag av koldioxid är beräknat till **317 753 kr** per år.

3.2 Dagvatten

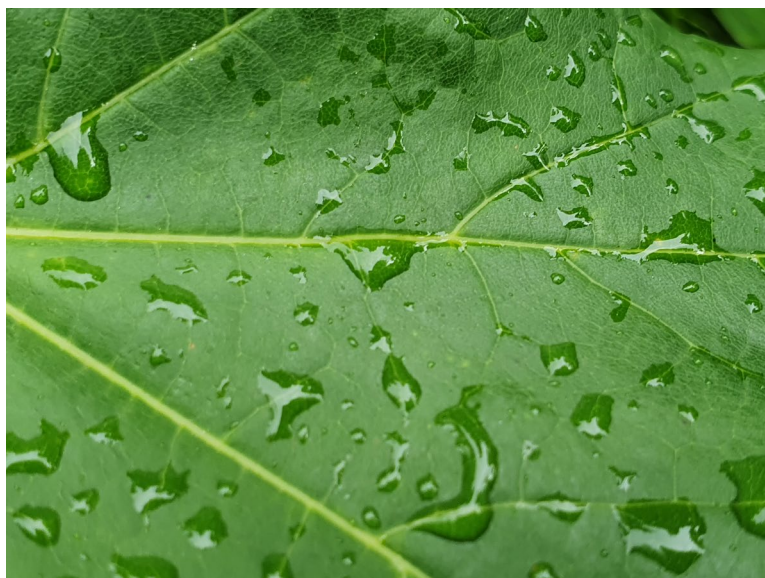
Dagvattenavrinningen minskas genom att delar av regnvattnet fångas upp av löven. Minskningen uppskattas genom en balansekvation mellan å ena sidan vatten som hålls kvar av löven eller avdunstar och å andra sidan vatten som droppar från löven eller rinner längs stammen ner till marken.

I modellen är effekten nästan helt beroende på lövytan. En nytta som inte uppskattas är trädens kapacitet att fördröja avrinningen så att stora toppbelastningar på VA-näten vid skyfall reduceras. Därmed minskar risken för att systemet når kapacitetstaket och tvingas släppa ut orenat vatten.

Totalt avdunstar **18 113,3 kubikmeter** vatten från trädens kronor och tack vare träden reduceras mängden dagvatten med **3 578,8 kubikmeter** per år.

Som beskrivits i inledningen är det lite mer komplicerat att beräkna de ekonomiska besparingarna av detta, men beroende på vilken teknisk lösning som hade valts för att fördröja motsvarande mängd vatten hamnar kostnaden på mellan **3 578 800 kr** och **71 576 000 kr** (Tabell 2).

Figur. Dagvatten som stannar kvar i trädens kronor minskar belastningen på VA-systemen och risken för översvämningar.



Tabell 2. Sammanställning av kostnaden att omhänderta olika mängd dagvatten.

Teknisk lösning	Kostnad per m3	Total kostnad
Konstruktion av regnbädd i befintlig gatumiljö	20 000 kr	71 576 000 kr
Konstruktion av regnbädd i samband med nyproduktion av gata	5 000 kr	17 894 000 kr
Öppen överbyggnad (Väggkonstruktion som kan magasinera vatten)	1 000 kr	3 578 800 kr
Underjordiskt magasin i park	10 000 kr	35 788 000 kr
Sänkning av park	3 500 kr	12 525 800 kr

3.3 Luftföroreningar

I städerna är det framförallt luftföroreningar från vägtrafik, fabriker, arbetsmaskiner, vedeldning och uppvärmning av bostäder genom olja och biobränslen som bidrar till negativa effekter för miljö och hälsa. Dessa kan orsaka luftvägssjukdomar och hos barn är detta särskilt sammankopplat till luftburna partiklar såsom PM_{2,5} och PM₁₀. Svaveldioxid och kväveoxider bidrar till förorening i mark, sjöar och vattendrag. Även VOC (Volatile Organic Compounds), som är en emission av flyktiga kolväten, tillhör den kategori föroreningar som räknas som de mest vanligt förekommande och också en av de farligaste.

Träd kan omhänderta luftföroreningar dels genom att föroreningsgaser sugas upp i bladens klyvöppningar (stomata) och dels genom att partiklar fastnar på bladytan. När det kommer till exempelvis kväveoxid och svaveldioxid är det främst genom bladens klyvöppningar som föroreningarna absorberas. Inne i bladet omvandlas föroreningarna till bland annat aminosyror.

Partiklar såsom PM_{2,5} och PM₁₀ fastnar på bladens ytor och försvinner först från trädet när bladen faller till marken eller när regnvatten sköljer av partiklarna från bladverket. PM står för particulate matter och 2.5 samt 10 beskriver storleken i mikrometer.

Förutom att minska luftföroreningar kan träd under vissa väderförhållanden också orsaka utsläpp av flyktiga organiska föreningar – även kallat VOC. Tillsammans med kväveoxider bildar VOCs marknära ozon. Träd kan på så sätt både skapa och avlägsna ozon. Hur pass mycket VOC ett träd alstrar hänger samman med vilken trädart det är, vilka väderförhållanden som förekommer, värme- och strålnings-temperaturer, etc. Det är alltså platsspecifika omständigheter som styr mängden VOC. Samtidigt som träden kan bidra till marknära ozon reducerar de även förekomsten av ozon i högre utsträckning än vad de genererar. Reduceringen av ozon kan därför sättas i kontrast med trädens VOC-utsläpp.

Uppfångandet av luftföroreningar såsom NO₂, SO₂, CO, O₃ och PM_{2,5} beror på två delar. Den ena delen är mängden föroreningar som rör sig igenom trädet och hänger direkt ihop med lokala miljöfaktorer som vind och koncentrationen av luftföroreningar. Den andra delen rör träden och deras lövyta, en större lövyta fångar upp mer föroreningar. Olika arters löv varierar i sin förmåga att fånga och binda föroreningarna och förmågan varierar också för de olika föroreningarna, vilket tas hänsyn till i beräkningen. Till sist korrigerar man för de arter som fäller sina löv på vintern och därmed i stort sett tappar sin förmåga att fånga upp partiklar under den delen av året.

i-Tree rapporten visar hur mycket luftföroreningar som träden tar upp, men också hur mycket VOC som de släpper ut.

Nedan presenteras varje luftförorening lite mer ingående.

3.3.1 PM_{2,5}

Enligt Naturvårdsverket tillhör små partiklar de luftföroreningar som ger störst hälsoproblem. Luftburna partiklar påverkar nämligen både andningsorganen och hjärt-kärlsystemet. Några av de hälsoproblem som små partiklar kan ge upphov till är hosta, astmaattacker samt kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL). Studier har även visat att små partiklar kan ge upphov till nedsatt lungfunktion, särskilt hos barn som bor i områden med höga halter av PM_{2,5}.

Totalt reducerar träden mängden partiklar vars diameter är mindre än 2,5 µm (PM_{2,5}) med **43,2152 kg**. Värde av denna minskning är beräknat till **114 533 kr** per år.

3.3.2 KVÄVEDIOXID

Enligt Naturvårdsverket är kvävedioxid en av de mest betydelsefulla luftföroreningarna i Sverige på grund av dess negativa hälsoeffekter. Utsläppen kommer huvudsakligen från vägtrafik och förbränning.

Totalt reducerar träden mängden kvävedioxid (NO₂) med **188,62 kg**. Värde av denna minskning är beräknat till **17 928 kr** per år.

3.3.3 OZON

Enligt Naturvårdsverket har marknära ozon negativa hälsoeffekter för människor samt orsakar skador på växtligheten. Höga halter av marknära ozon i Sverige beror huvudsakligen på långdistanstransport från andra länder.

Totalt reducerar träden mängden ozon (O₃) med **1 418,83 kg**.

3.3.4 SVAVELDIOXID

Svaveldioxid är en färglös och hostretande gas. Den släpps ut vid förbränning av fossila bränslen och andra risksvavelhaltiga ämnen, men även från naturliga processer såsom vulkanutbrott. Svaveldioxid oxideras i atmosfären och bildar svavelsyra. Enligt Naturvårdsverket bidrar svavelsyran till försurningen av mark och sjöar.

Totalt reducerar träden mängden svaveldioxid (SO₂) med **38,0395 kg**. Värdet av denna minskning är beräknat till **4 063 kr** per år.

3.3.5 VOC

De flesta VOC (flyktiga organiska föreningar) kan påverka lukt, sensorisk irritation i ögon och övre luftvägar, samt upplevelse av dålig luftkvalitet. Även huvudvärk, trötthet, illamående och koncentrationsstörningar har rapporterats. För en del ämnen har toxiska och/eller cancerogena effekter visats.

Under mycket ljusa och varma väderförhållanden kan träd bidra till att släppa ut VOC, som i kombination med kväveoxider bildar marknära ozon. Men forskning visar även att trädens förmåga att kyla sin omgivning gör att de minskar mängden ozon med mer än vad de släpper ut. Trädens utsläpp av VOC kan därför sättas i relation till trädens reduktion av ozon.

Totalt släpper träden ut **224,89 kg** VOC per år.



5 Referenser

Referenser och vidare läsning

Ackerman, F. (2009a), Can We Afford the Future? The Economics of a Warming World, Zed Books

Ackerman, F., et.al. (2009b), The Economics of 350: The Benefits and Costs of Climate Stabilization, Oktober 2009

Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1 Kap 11

Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1 Kap 12

Deak Sjöman, J. & Östberg, J. (2020). *i-Tree Sverige – för strategiskt arbete med träds ekosystemtjänster*. Tillgänglig via www.i-tree.se.

Forslund, J., Marklund, P-O., Samakovlis, E. (2007), Samhällsekonomiska värderingar av luft – och bullerrelaterade hälsoproblem – en sammanställning av underlag för konsekvensanalyser. Specialstudie nr. 13, december 2007, Konjunkturinstitutet

Leksell, I. (1999), "Ekonomisk värdering av luftföroreningar från trafiken. Del 1, Värdering av exponeringar samt sammanfattning". Underlagsrapport till ASEK, SIKA.

Leksell, I. (2000), "Health Costs of Particle Emissions – Economic Valuation of Increased Mortality due to Exhaust Emissions of Fine Particles, Institutionen för fysisk resursteor, Göteborgs universitet, 2000.

Naturvårdsverket (2017). *Utsläppen av små partiklar (PM_{2,5}) har nästan halverats sedan 1990, men utsläppen från uppvärmning är i stort sett oförändrade*. Åtkommen 2018-12-11 via: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Partiklar-PM25-utslapp-till-luft/>

SIKA (2003). Trafikens externa effekter: Uppföljning och utveckling 2002. SIKA Rapport 2003:1

Trafikverket (2020) <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomska-analys-och-trafikanalys/gallande-forutsattningar-och-indata/>

Trafikverket, (2018). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. 2018-12-12*. Tillgänglig via: https://www.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/asek-6.1/asek_6_1_hela_rapporten_180412.pdf

Östberg, J. (2015). *Standard för trädinventering i urban miljö 2.0*. Alnarp: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, Sveriges lantbruksuniversitet. Landskapsarkitektur trädgård växtproduktionsvetenskap; 2015:14

MER INFORMATION OM I-TREE OCH I-TREE ECO

i-Tree Sveriges hemsida www.i-tree.se

i-Tree Eco Model description, www.i-Treetools.org/eco/resources/i-Tree_Eco_Dry_Deposition_Model_Descriptions.pdf

i-Tree Eco References, www.i-Treetools.org/eco/resources/i-Tree_Eco_references_2012.pdf

i-Tree Eco Resources, www.i-Treetools.org/eco/resources/UFORE%20Methods.pdf

i-Tree, www.i-Treetools.org

UFORE Methods, www.i-Treetools.org/eco/resources/UFORE%20Methods.pdf

Bildreferenser

Alla fotografier är tagna av Johan Östberg, förutom bilden på framsidan som är tagen av Johan Arvidsson och de framklippta träden som kommer från iStock och CC commons-källor.





Trädkonsult
Green space network