



Hur vegetation påverkar halter av partiklar

En studie om luftkvalitet i urban miljö

Gustaf Skörvald

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Landskapsarkitekturprogrammet

Alnarp, VT 2026



Hur vegetation påverkar halter av partiklar. En studie om luftkvalitet i urban miljö

How vegetation affects particle levels. A study of air quality in urban environments

Gustaf Skörvald

Handledare:	Anders Westin, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator:	Kristin Wegren, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i landskapsarkitektur
Kurskod:	EX0845
Program/utbildning:	Landskapsarkitekturprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Utgivningsort:	Alnarp
Utgivningsår:	2026
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd
Nyckelord:	Landskapsarkitektur, luftkvalitet, partiklar, PM2,5, PM10, urban, planering, vegetation, grönområden, utformning, hälsa, hälsoeffekter

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

I denna studie undersöks hur vegetation kan absorbera partiklar och visar på vilka växtarter som bättre absorberar partiklarna samt vilka fysiska egenskaper hos växtarterna som bidrar till en ökad partikelabsorption.

Dessutom beskrivs hur luftkvalitet i urban miljö påverkas av partiklar, specifikt definitionerna PM10 och PM2,5, och visar på hur dessa partiklar skadar människors hälsa samt vilka långsiktiga hälsoeffekter de ger.

I arbetet görs en litteraturstudie för att samla in data och genom en exempelstudie visas även hur man praktiskt kan förbättra partikelabsorption i tre befintliga urbana parker, genom exempel på utformning av dess vegetation.

Resultaten från arbetet visar på att vissa sorters växter är bättre på att absorbera partiklar såsom *Acer truncatum*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix incisa* och *Pinus mugo*. Det visade också att hur bladet är utformat påverkar bladets förmåga att ta upp partiklar där en större mängd av vax på bladet ökar mängden partiklar bladet kan absorbera. Dessutom leder hår på bladet till att bladet absorbera mer partiklar.

Även genom att påverka vinden kan man påverka depositionen av partiklar på vegetation. Genom att skapa objekt som hindrar vinden, såsom en häck, ett träd, osv, kan man minska vindens hastighet vilket leder till deposition av partiklar.

Nyckelord: Landskapsarkitektur, luftkvalitet, partiklar, PM2,5, PM10, urban, planering, vegetation, grönområden, utformning, hälsa, hälsoeffekter

Abstract

In this study, it was investigated how vegetation can absorb these particles and shown which plant species better absorbs the particles and which physical properties of the plant species contribute to increased particle absorption.

In addition, how air quality in an urban environment is affected by particles, specifically the definitions PM10 and PM2.5, was investigated, and it was shown how these particles damage human health and what long-term health effects it causes.

In the project a literature study was conducted to collect information and through an example study it was also shown how to practically improve particle absorption in three existing urban parks, through examples of the design of its vegetation.

The result from the project shows that certain types of plants are better at absorbing particles such as *Acer truncatum*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix incisa* and *Pinus mugo*. It also shown that how the leaf was designed effects the leaf capacity to absorb particles where a large amount of wax on the leaf increases the amount of particles which it can absorb. Moreover, hair on the leaf leads the leaf to absorb more particles.

Also, by affecting the wind you can affect the amount of deposition of particles on vegetation. By creating objects which hinders the wind, like a hedge, a tree, etc, you can lower the winds velocity which leads to a deposition of particles.

Keywords: Landscape architecture, air quality, particles, PM2.5, PM10, urban, planning, vegetation, green spaces, design, health, health effects

Innehållsförteckning

1.	Inledning	6
1.1	Bakgrund.....	6
1.2	Syfte	7
1.3	Mål	7
1.4	Frågeställning.....	7
1.5	Metod och material	8
1.6	Avgränsningar	8
2.	Vad är luftföroreningar?	9
2.1	Partiklar	9
2.1.1	Uppkomst.....	9
2.1.2	Hälsoeffekter.....	10
3.	Vegetationens inverkan på partikelhalter.....	12
3.1	Vegetationens absorption	12
3.2	Utformning av urbana miljöer	14
3.3	Utmaningar.....	16
4.	Sammanfattning	17
5.	Exempelstudie.....	18
5.1	Introduktion av studiens platser	18
5.1.1	Isolering av vegetationsytor	18
5.1.2	Öppna ytor	20
5.1.3	Kortklippta gräsytor	22
5.1.4	Raka passager.....	25
6.	Diskussion	28
	Bilagor.....	30
	Referenser.....	33

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Genom dagens expansion i de urbana miljöerna sker en snabb förändring av utformningen i både bredd, höjd och densitet. Som följd av den nya miljön försämras luftkvaliteten, vilket påverkar den mänskliga hälsan negativt. Dels så uppstår fler källor som skapar luftföroreningar, och dels så minskar möjligheterna att naturligt ta hand om befintliga luftföroreningar.

Det finns många olika typer av luftföroreningar. Det finns rapporter som visar på att vissa partiklar, specifikt PM10 och PM2,5, är en typ av luftförorening som påverkar den mänskliga hälsan negativt då kroppens organ skadas både kortsiktigt och långsiktigt (Naturvårdsverket, u.å.). PM10 och PM2,5 är definitionen av två olika storlekar på partiklar, upptill 10 µm (mikrometer) respektive upptill 2,5 µm i diameter, där PM10 är den partikeln som det finns mest av i atmosfären (ibid).

Partiklarna kan även beläggas med andra föroreningar såsom sulfater, nitrater och organiska ämnen vilket ökar risken för långsiktigt negativa hälsoeffekter som t.ex. astma, hjärtinfarkt, stroke och lungcancer (ibid). Anledningen till det är att den direkta skadan samtidigt gör de mänskliga organen mindre resistenta mot framtida skador som t.ex. lungsjukdomar (ibid). Partiklar påverkar till och med foster och kan ge barn ökad risk för astma och lungproblem under uppväxten (ibid). Vid långa perioder av exponering så kan partiklarna även leda direkt till dödsfall utan sjukdom (Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm, 2023).

En rapport från World Health Organisation (WHO) (2022) visar att under 2019 så levde 99 procent av världens befolkning på platser som inte uppfyllde WHO:s luftkvalitégränsvärde. Detta innebär att nästan hela världens befolkning lever på platser där luften aktivt skadar och därmed sänker människornas livskvalité.

På grund av människans olika aktiviteter så kommer det alltid att bildas partiklar, varav det mesta kopplas till förslitning av olika material som t.ex. asfalt. Dessutom medför en konstant växande befolkningen en ökad industriproduktion vilket också leder till en ökning av mängden partiklar.

Så därför måste vi minska antalet partiklar som vi producerar idag samtidigt som vi hanterar de luftföroreningar som redan nu finns i urbana miljöer. Det är här landskapsarkitekter kommer in och kan bidra med olika lösningar genom noggrann planering och genomarbetade val.

Genom att vara mer medvetna om de olika effekterna partiklar har på hälsan så kan vi som landskapsarkitekter argumentera för diverse förändringar i den urbana miljön. Att minska halterna av partiklar genom att medvetet använda vissa specifika växtarter som binder partiklar till sig samt skapa olika utformningar på strategiska platser för att omdirigera partiklar är ett sätt att arbeta. Att bibehålla eller öka storleken av befintliga grönområden, för att maximera partikelabsorptionen, är ett annat. Vi kan även argumentera för en möjlig ökning i kostnader t.ex. genom val av växtmaterial eller genom en utökad skötselplan.

1.2 Syfte

Syftet med detta kandidatarbete är att samla in information om partiklar i luften, dess hälsoeffekter på människan och vegetationens påverkan på dessa partiklar samt argumentera för hur man kan använda växtmaterial inom landskapsarkitektur för att begränsa och minimera de skadliga effekterna av luftföroreningar. Dessutom ska information om hur vegetation absorberar eller omdirigera partiklar och hur man minskar halterna av partiklar genom att binda partiklarna i marken. Detta kandidatarbetes kan vägleda olika storskaliga urbana projekt i hur man kan använda vegetation till att lösa problematiken med partiklar.

1.3 Mål

Målet är att sammanställa information om partiklar i urbana miljöer samt hur vegetation absorberar eller omdirigerar dessa. Även kommer exempel på växtarter eller släkten som är mer effektiva på att absorbera partiklar samt visa på hur man kan utforma vegetationen för att mer effektivt absorbera partiklar. Ett annat delmål är att visa exempel på förbättringar av befintliga parker samt formulera olika principer för hur man kan minska partiklar med hjälp av vegetation.

1.4 Frågeställning

Hur kan vi som landskapsarkitekter arbeta mer medvetet med växtmaterial för att absorbera eller omdirigera partiklar? Hur påverkar vegetation halterna av partiklar i nordiska urbana miljöer? Hur uppkommer partiklar och hur påverkar det människor?

1.5 Metod och material

Det utförs en teoretisk litteraturstudie där all information samlas in via olika vetenskapliga artiklar och rapporter samt rapporter från olika statliga myndigheter. Insamlingen sker via olika akademiska sökmotorer och statliga myndigheter där källorna jämförs med varandra. Information används sedan för att undersöka hur man som landskapsarkitekt kan använda vegetation för att minska halterna samt isolera områden av partiklar. Den sortens information som sökes är undersökningar av växter och dess kapacitet att absorbera partiklar samt vilka fysiska egenskaper som bidrar till detta.

En mindre exempelstudie över tre olika befintliga urbana parker utförs också genom observation av Pildammsparken, Kroksbäcksparken och Dagvattenparken i Malmö, där endast utformningen av vegetation och öppenhet dokumenteras, inte olika växtarter. Det som undersöks är hur vegetationen är uppbyggd vilket påverkar luftflödet som då påverkar hur luft rör sig i och runt parkerna. Undersökningen sker på plats i de olika parkerna där området dokumenteras både på papper och genom foton. I exempelstudien tas det upp olika åtgärder för hur parkerna kan bli bättre på att absorbera partiklar.

De hemsidor som används användas för att hitta information är Web of Sciences, Scopus, WHO, FN och Naturvårdsverket.

1.6 Avgränsningar

Detta projekt fokuserar på nordiska länder och dess urbana miljöer vilka alla har olika växtzoner samt klimat. Projektet begränsar sig även till luftföroreningspartiklarna PM10 och PM2,5. Exempelstudien begränsas även till utformningen av vegetation och öppenhet och inte växtarter.

2. Vad är luftföroreningar?

Enligt Naturvårdsverket (2023) är luftföroreningar olika gaser eller partiklar som förorenar luften. De flesta av dessa består av kväve- eller svaveloxider, marknära ozon samt svävande partiklar som är av olika åldrar, storlekar och sammansättningar (ibid). Ett antal andra luftföroreningar som finns är kolväten, kolmonoxid och olika tungmetaller (ibid).

Luftföroreningar uppstår genom olika aktiviteter i samhället som t.ex. trafiken. Där skapas mycket gaser och partiklar genom förbränning, samtidigt som det skapas partiklar genom förslitningsskador på bromsar, hjul och väg (ibid).

När höga halter av luftföroreningar samlas lokalt i direkt närhet till stora bostadsområden kan hälsan hos invånarna försämrats (ibid). Samtidigt kan dessa luftföroreningar transporteras över långa sträckor och korsa gränser för att sedan deponeras ner i marken via regn, som kan leda till förorening och övergödning (ibid).

2.1 Partiklar

PM10 och PM2,5 är definitionen av två olika storlekar på partiklar, upptill 10 μm (mikrometer) respektive upptill 2,5 μm i diameter, där PM10 är den partikeln som det finns mest av i atmosfären (Naturvårdsverket, u.å.).

Partiklarna är till största del uppbyggda av olika sulfater, nitrater, ammoniak, natriumklorid, kol, stendamm och vatten (WHO, 2022). Förutom att de är uppbyggda av olika ämnen så kan de även i förorenad luft beläggas med andra ämnen såsom sulfater, nitrater och organiska ämnen, vilket leder till att det blir svårt att spåra partiklarnas uppkomst (Naturvårdsverket, u.å.).

Partiklar anses också vara de luftföroreningar som påverkar den mänskliga hälsan mest av alla luftföroreningar (Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm, 2023).

2.1.1 Uppkomst

Enligt Naturvårdsverket (u.å.) uppstår partiklar genom olika processer där de kan skapas på ett naturligt sätt samt på ett artificiellt sätt. Det naturliga sättet dessa

partiklar skapas på är genom olika erosioner, t.ex. genom havets erosion på kusterna där de bryter ner sten till mindre delar (ibid). De artificiella sätten som partiklar kan skapas på är genom olika mänskliga aktiviteter såsom exempelvis förbränning eller förslitningsskador på vägar (ibid).

Partiklarna, alltså PM10 och PM2,5, uppkommer genom två olika sorters processer (Naturvårdsverket, u.å.). I luften utgör PM10 den största massan vilken bildas på grund av olika slitage som t.ex. väglagsnedbrytning (ibid). Den mindre partikeln (PM2,5) däremot bildas framför allt genom olika förbrännings- och industriprocesser (ibid).

Enligt Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2023) har partiklarna två olika ursprung, primär och sekundär. Det primära ursprunget skapar partiklar direkt från källan genom t.ex. skogsbränder och eldning i kamin (ibid). Det sekundära ursprunget skapar gaser som sedan bildar partiklar vid t.ex. kraftverk och förbränning av kol (ibid). Andra vanliga ursprung, som är både primära och sekundära, är t.ex. industrier, bilar och byggarbetsplatser (ibid).

Problemet är att partiklar alltid kommer att skapas på grund av människans och naturens aktiviteter och nedbrytning av material. Ur ett framtidsperspektiv kommer vi både behöva hantera halterna av partiklar vi har idag och minska halterna vi producerar.

Även om Sverige slutar producera dessa partiklar lokalt så sprids partiklarna globalt från andra länder (Naturvårdsverket, u.å.). I Sverige är det långdistanstransporten av PM2,5 som har stor betydelse för partikelhalten speciellt i södra Sverige (ibid).

2.1.2 Hälsoeffekter

Enligt Naturvårdsverket (u.å.) verkar det finnas en stor skillnad mellan korttidsexponering och långtidsexponering av partiklar. Korttidsexponering med höga halter av partiklar verkar leda till andningsbesvär, andra luftvägssyndrom, hjärt- och lungsjukdomar samt tidig död (ibid). Medan en långtidsexponering av låga halter av partiklar verkar kunna orsaka bland annat lung- och hjärtproblem samt cancer (ibid). Denna långtidsexponering är desto farligare för barns hälsa då det kan leda till livslånga hälsobesvär såsom astma och försämrad lungutveckling (ibid).

Förutom att partiklar påverkar barns uppväxt genom att ge dem en ökad risk för luftvägsinfektioner, astma och nedsatt lungfunktion, kan de till och med påverka de redan innan födseln (Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm, 2023). Studier från Sverige och andra europeiska länder har kopplat moderns exponering av partiklar till låg födelsevikt hos barn, speciellt i koppling till de mindre partiklarna (PM2,5) (ibid).

PM10 och PM2,5 verkar påverka den mänskliga hälsan på olika sätt utifrån dess olika storlekar (Center for Disease Control and Prevention, 2023). De större

partiklarna, PM10, verkar irritera ögon, näsa och hals och skadar via den irritationen (ibid). Däremot verkar de mindre partiklarna, PM2,5, skada genom att ta sig djupare in i lungornas alveoler (Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm, 2023). Detta leder till att olika ämnen som partiklarna har belags av kan spridas vidare in i blodomloppet och därmed föras in i kroppens olika organ (ibid). Dessa ämnen är olika sulfater och nitrater samt ammoniak, natriumklorid, kol, stendamm och vatten (WHO, 2022). Förutom att dessa partiklar kan skada friska människor så kan de även göra sjuka människor sjukare, vilket då ökar dödlighetsrisken (Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm, 2023).

Dessutom verkar det inte finnas en viss nivå av PM2,5 som är ofarligt för den mänskliga hälsan (Naturvårdsverket, 2023). Därför rekommenderar man att nivåerna av PM2,5 ska hållas så låga som möjligt (ibid).

Enligt WHO (2022) så ledde ett dåligt inomhus- och utomhusklimat, orsakat av luftföroreningar under 2019, till att 6,7 miljoner personer hade en för tidig död. Utav dessa 6,7 miljoner så dog 4,2 miljoner på grund av för dåligt utomhusklimat (ibid).

En undersökning som gjordes av Malek et al. (2015) i Frankrike under en period på 25 år (1989 – 2013) undersöktes hälsan hos 20 327 människor vilka arbetade inom det franska el- och gasföretaget EDF-GDF. I denna undersökning mättes halterna av olika partiklar och ämnen så som PM10, PM10–2.5, PM2.5, kvävedioxid, ozon, svaveldioxid och bensen, i deltagarnas hem på en årlig bas (ibid).

Undersökningsgruppen hade en stor diversitet bland sig där t.ex. 42,9 procent hade aldrig rökt tobak i sitt liv och 2,6 procent drack inte alkohol aktivt (ibid). Förutom en diversitet i vanor så skilde sig även undersökningsgruppens boendeformer åt, där 81 procent bodde i tätorter och 19 procent bodde på landsbygden (ibid).

När sedan undersökningen sammanfattades kom de fram till att 1 967 människor hade dött en för tidig död (ibid). Detta innebar att 9,7 procent av deltagarna hade dött av en för tidig död, varav 165 (0,8 procent) dog av olika hjärtsjukdomar medan 284 (1,4 procent) dog av olika lungsjukdomar (ibid).

När Malek et al. (2015) undersökte närmare vilka partiklar som orsakade en för tidig död så fann man en stark koppling mellan PM10 samt PM2,5 och ett antal sjukdomar. Dessutom kom de fram till att en ökning av 10 µg/m³ av PM10 ledde till att dödligheten av följsjukdomar ökade med 17 procent (ibid).

3. Vegetationens inverkan på partikelhalter

3.1 Vegetationens absorption

Enligt en studie av Zhao S. et al. (2024), som undersökte 65 olika arter av träd och buskar rörande dess effektivitet i partikelabsorption på blad, finns det mycket stora skillnader mellan olika arter. I deras tester av arternas partikelabsorption kom de fram till att en stor del av partiklarna stoppas av bladmassan (ibid). Enligt dem var mer än 94 procent av alla partiklar som fångades upp av definitionen PM10, varav mer än 87 procent av definitionen PM2,5 (ibid). De partiklarna grövre än PM10, som hade fångats upp av de 65 olika arterna, utgjorde endast 6 procent av alla partiklar (ibid). Av alla absorberade partiklar var det volymmässigt sett partiklarna mellan storleken 2.5 μm till 10 μm som var i majoritet med 57 procent (ibid). Samtidigt var majoriteten av det totala antalet partiklar inom spannet storleken 0.25 μm till 0.5 μm (ibid). I Zhao S. et al. (2024) undersökning hade de tagit i åtanke bladens kvantitet, dess bladfenologi (läran om bladets förändringar under årstiderna) och bladens växtcykel, för de olika arterna av träd och buskarna, för att kunna uppskatta den årliga partikelabsorptionen.

I testerna av de olika trädarternas absorptionseffektivitet av just PM2,5, kom de fram till att *Acer truncatum* är bäst, sedan *Robinia pseudoacacia*, *Diospyros kaki*, *Ginkgo biloba*, *Yulania denudata*, *Picea meyeri Rehd*, *Celtis bungeana* och till sist *Styphnolobium japonicum* (ibid). Hos buskarterna var resultatet av samma test att *Hibiscus syriacus* var bäst, sedan *Lespedeza bicolor*, *Prunus cistena*, *Syringa oblata Lindl. var. alba Rehder*, *Buxus sinica* och till sist *Paeonia suffruticosa* (ibid).

I Zhao S. et al. (2024) tester så visade det sig även att förmågan av partikelabsorption per bladarea mellan de olika arterna var väldigt olika. Exempelvis var skillnaden gällande PM2,5 mellan trädarterna *Acer truncatum* (0,659 $\text{g}\cdot\text{m}^2$) och *Salix matsudana* (0,017 $\text{g}\cdot\text{m}^2$) en 38,8 gånger högre partikelabsorption per bladarea hos *Acer truncatum* (ibid). Med buskarterna kan man se liknande resultat där t.ex. *Buxus sinica* (1,168 $\text{g}\cdot\text{m}^2$) och *Sabina vulgaris* (0,035 $\text{g}\cdot\text{m}^2$) var att *Buxus sinica* hade en 33,4 gånger högre partikelabsorption per bladarea (ibid).

Utav dessa olika arter finns det bara ett fåtal som används i Sverige just nu, men många av de olika släkterna finns och används i Sverige. Därmed kan man i

planterings- och planeringssyften använda andra arter i de olika släktena för att uppnå en högre partikelhantering.

I en studie av Sæbø A. et al. (2012) undersöktes absorptionen av partiklar hos 22 olika träarter och 25 olika buskarter i Norge och Polen, vilken visade på att det fanns stora skillnader mellan de olika arterna.

I Norge var det arterna *Betula pendula*, *Pinus mugo*, *Pinus sylvestris*, *Salix cinerea*, *Skimmia japonica* och *Stephanandra incisa* som visade på högst partikelabsorption (ibid). Arterna *Acer platanoides*, *Prunus avium*, *Prunus leucocerasus*, *Prunus padus*, *Symphoricarpos albus* och *Tilia cordata* hade en låg partikelabsorption (ibid). Resterande arter hade ett mediokert resultat (ibid).

I Polen visade resultatet att *Betula pendula*, *Taxus baccata*, *Alnus spaethii*, *Spiraea × vanhouttei*, *Hydrangea arborescens* 'Annabelle' och *Pyrus calleryana* hade högst partikelabsorption (ibid). De arter som hade en låg partikelabsorption var *Acer platanoides*, *Robinia pseudoacacia* and *Fraxinus excelsior* (ibid).

Sju av de 47 olika arterna testades i båda länderna, där arterna *Acer platanoides* och *Tilia cordata* var de med en lägst partikelabsorption (ibid). *Taxus* arterna visade sig vara mediokra och *Betula pendula* visade sig vara arten med den högsta partikelabsorptionen (ibid). Det är även av vikt att poängtera att mängden partiklar som absorberades var lägre hos de olika växtarterna i Polen än hos växtarterna i Norge (ibid).

Det finns flera olika faktorer som påverkar partikelabsorptionen hos blad enligt Sæbø A. et al (2012). En är kvantiteten av vax på bladen, vilket är en väldigt viktig faktor för absorptionen av olika storlekar på partiklar (ibid). Andra faktorer som påverkar ett blads partikelabsorption verkar vara mängden hår på bladen samt Specific Leaf Area (SLA) (ibid). SLA är en viktig parameter som definierar hur stor yta av blad som växer ut för varje del biomassa (Kimball, B.A., Kobayashi K., Bindi M., 2002). En ökning av SLA kopplas till en minskad partikelabsorption medan en ökning av hår på bladen leder till en ökning av partikelabsorptionen (Sæbø A. et al, 2012).

De mest effektiva arterna av buskar i denna studie verkar vara *Salix incisa*, *Pinus mugo*, *Skimmia japonica* och *Salix cinerea* och hos träarterna var *Pinus sylvestris* och *Betula pendula* de mest effektiva på att absorbera partiklar (ibid).

Det finns även vissa träarter som är mer resistent mot partiklar och en sådan träart är *Platanus × hispanica*, även kallad London plane (Willis, Petrokofsky, 2017). En anledning till att denna art hantera partiklar bättre är på grund av dess förmåga att fälla sin egen bark (ibid).

Dessutom nämner Willis och Petrokofsky (2017) att träd är mer effektiva på att absorbera partiklar. Trädens höjd visade sig dock vara en viktig faktor, där de korta träden var effektivast (ibid). Enligt de finns det ett antal arter som är mer effektiva på att absorbera partiklar, vilka är *Ulmus*, *Magnolia*, *Fraxinus* och *Ilex* (ibid).

De fann även att utformningen på träden samt höjden kunde ha en negativ påverkan (ibid). Beroende på hur täta och höga träden är, så kan luftcirkulationen hindras och därmed hålla kvar partiklar på gatunivå (ibid). I vissa fall kan denna negativa effekt direkt motverka den positiva partikelupptagningsseffekten (ibid).

Willis och Petrokofsky (2017) påpekar även att trädens naturliga växtzoner och klimat måste vara kompatibla med platsen som de planteras på (ibid). Det är även väldigt viktigt när man i planteringsprojekt väljer arter, att ha förståelse för att det måste finnas en viss diversitet i valet (ibid). Detta då det minskar risken för att vissa sjukdomar skapas, samtidigt som vi gör all vegetation mer resistent mot potentiella sjukdomar (ibid).

Så för att sammanfatta denna text var de bästa arterna enligt Zhao S. et al. (2024) trädarten *Acer truncatum* och buskarten *Hibiscus syriacus*. De nästa bästa trädarterna var *Robinia pseudoacacia*, *Diospyros kaki*, *Ginkgo biloba*, *Yulania denudata*, *Picea meyeri* Rehd, *Celtis bungeana* och *Styphnolobium japonicum*. De näst bästa buskarterna var *Lespedeza bicolor*, *Prunus cistena*, *Syringa oblata* Lindl. var. *alba* Rehder, *Buxus Sinica* och *Paeonia suffruticosa*. Dessutom visade Sæbø A. et al. (2012) studie på att *Pinus sylvestris* var den bästa träddarten och *Salix incisa* var den bästa buskarten. De näst bästa arterna var buskarterna *Pinus mugo*, *Skimmia japonica* och *Salix cinerea* och träddarten *Betula pendula*.

Man kan förutspå möjliga arter som har en högre partikelabsorption genom att titta på specifika fysiska egenskaper som stora mängder hår på bladen, stora mängder vax och ett lågt SLA.

3.2 Utformning av urbana miljön

När det gäller utformning är det viktigt att tänka på att det måste finnas en viss grad av vegetation över hela den urbana miljön för att kunna uppnå en effektiv hantering av partiklar. En studie visade på att i områden med låga till relativt normala nivåer av vegetation fanns högre halter av partiklarna PM_{0.5}, PM_{1.0}, PM_{2.5} och CO₂ (Azeem Sabir M. et al., 2024). I studien kom de även fram till att höga halter av partiklar hade en stor koppling till temperaturen och grönytsgraden (ibid). På grund av dessa faktorer är det väldigt viktigt att urbana grönområden har en genomtänkt design, planering och en nyttokostnadsanalys för att maximera miljöfördelarna (ibid).

Dessutom finns det studier som visar på att om man inte kan kontrollera föroreningskällan direkt så kan man ändra utformningen av vegetationen i de urbana grönområdena (Qiu, L., Liu, F., Zhang, X., Gao, T., 2018). Dessa ändringar kan innebära justeringar i den vertikala eller vågräta utformningen av vegetationen men även genom att ändra vegetationstypen kan man stoppa mer partiklar (ibid).

När vinden möter olika objekt i landskapet som till exempel vegetation, byggnader eller staket så tvingas vinden att ändra sin riktning och hastighet för att

komma förbi dessa föremål (Agriculture.Institute, 2023). Detta stop i vindens riktning skapar områden som har en lägre vindhastighet där partiklar naturligt samlas upp (ibid).

Dessa olika objekt som stoppar vind kan delas upp i olika grupper vilka är naturliga-, artificiella- och vegetationshinder (ibid). Dessa stopper partiklar på olika sätt där de naturliga hindren, såsom träd, buskar, stenar, kullar, osv, ofta skapar en oregelbunden deposition som följer landskapet där till exempel ett träd skapar en halvmåneformad deposition bakom sig (ibid).

De artificiella hindren såsom byggnader och väggar skapar en mer geometrisk deposition bakom sig där depositionen följer objektets form (ibid).

Vegetations hindren kan vara i olika former såsom en häck eller ett solitärt träd men det som är intressant med vegetations hindren är att de är mer effektiva på grund av att de är porösa (ibid). Denna poröshet tillåter en del av vinden att åka igenom samtidigt som de minskar vind styrkan vilket tillåter en mjukare deposition (ibid).

Så olika utformningar av vegetation påverkar på olika sätt, där ett bra exempel är en tät häck där den både har formen av ett artificiellt objekt och genomsläppligheten av vegetation. Detta innebär att den skapar en större område som har en lägre vindhastighet samtidigt som den släpper igenom lite vind. Så med häckar kan man också experimentera med olika tätheter där man kan få olika egenskaper från artificiella hinder och vegetations hinder. Ett annat exempel är ett singulärt träd skapar deposition bakom sin stam samtidigt som det inte finns någon annan vegetation som kan både stoppa och släppa igenom vinden. Så desto större yta mot vinden en vegetationsform har desto bättre blir den på att stoppa vinden.

Genom att använda sig av en mer mångfaldig utformning av vegetation utnyttjar man inte bara växternas naturliga förmåga att absorbera partiklar utan dessutom påverkar man olika meteorologiska faktorer som därmed i sin tur sänker halterna av partiklar (Qiu, L., Liu, F., Zhang, X., Gao, T., 2018). Beroende på vilka olika mål som man vill uppnå på specifika platser kan man därmed använda olika vegetationsutformningar för att uppnå dessa såsom om man vill omdirigera flödet eller absorbera partiklar(ibid).

Men denna möjlighet påverkas mycket av fragmenteringen av grönområden i den urbana miljön, då ytor mindre än två ha (hektar) har en lägre effektiv partikelabsorption, vilket gör att större ytor måste prioriteras (ibid). Genom att få ett mer sammanhållande grönområde i urbana miljöer, samtidigt som man ökar antalet grönområden, leder till att de positiva effekterna av vegetation används optimalt (ibid).

Dessutom påverkar enskilda gatuträd halterna av partiklar på en väldigt låg nivå (Xing Y., Brimblecombe P. 2020). I små parker, som är vanligt i täta urbana miljöer, har fortfarande en viss grad av partikelabsorption men inte en tillräckligt

stor påverkan på hela stadens partikelhalter (ibid). Dessutom kan en väldigt tät trädkrona stänga in partiklarna som då leder till en lokal ökad halt av partiklar (ibid).

3.3 Utmaningar

Inom landskapsarkitektur så är det generellt förstått att vegetation förbättrar luftkvaliteten i den urbana miljön, vilket leder till ett ökat välmående hos invånarna (Diener A., Mudu P., (2021). Men hur effektiv är vegetation i de nordiska urbana miljöerna, som har en kortare växtperiod samt kallare vintrar, det kan ifrågasättas.

Detta är vad Setälä et al. (2013) undersökte i sin studie. Platsen som undersöktes var den finska huvudstaden Helsingfors. I undersökningarna gjordes de tester av partikelhalterna under träden i dess olika perioder av blad och bladfällning (ibid). Samtidigt mätte man halterna av partiklar i de omgivande öppna områdena som de sedan jämförde med halterna under träden (ibid). I denna jämförelse kom man fram till att det var en väldigt liten skillnad mellan de olika partikelhalterna (ibid).

I urbana miljöer används ofta gatuträd för att få in mer vegetation i ytor utan grönområden men de är ofta ineffektiva på att absorbera partiklar (Xing Y., Brimblecombe P. 2020). Dessutom kan täta planteringar av träd skapa en tät trädkrona som leder till att en koncentration av partiklar skapas på marknivån och hindras från att sprida sig (ibid).

4. Sammanfattning

Den information som är viktig att ta med sig från litteraturstudien är att olika växter är olika bra på att ta upp partiklar där enligt Zhao S. et al. (2024) var *Acer truncatum* är bäst, sedan *Robinia pseudoacacia*, *Diospyros kaki*, *Ginkgo biloba*, *Yulania denudata*, *Picea meyeri* Rehd, *Celtis bungeana* och till sist *Styphnolobium japonicum* (ibid). Hos buskarterna var resultatet av samma test att *Hibiscus syriacus* var bäst, sedan *Lespedeza bicolor*, *Prunus cistena*, *Syringa oblata* Lindl. var. *alba* Rehder, *Buxus sinica* och till sist *Paeonia suffruticosa* (ibid).

Även har andra arter testats där enligt Sæbø A. et al (2012) *Salix incisa*, *Pinus mugo*, *Skimmia japonica* och *Salix cinerea* var de bästa buskarterna medan *Pinus sylvestris* och *Betula pendula* var de bästa trädarterna (ibid).

Men även spelar utformningen av vegetation roll där mer yta mot vinden sänker vindens hastighet vilket leder till att mer partiklar deponeras.

5. Exempelstudie

5.1 Introduktion av studiens platser

I denna exempelstudie har tre olika stora parker studerats vilka är Pildammsparken, Kroksäcksparken och Dagvattenparken som alla ligger inom Malmö tätort. Dessa parker har valts på grund av deras olika storlekar i en omgivande urban miljö. Dessutom är parkerna av olika åldrar och utformades av olika anledningar, t.ex. för dagvattenhantering. De har även valts på grund av hur olika vegetation ser ut i de olika parkerna och hur mycket öppen yta parkerna har.

Denna exempelstudie handlar då om vindrörelser och hur vinden kan röra sig i parkerna och de faktorer som observeras är hur vegetationen är uppbyggd och hur vegetationen sänker vindhastigheterna, vilket tillåter deposition av olika partiklar.

5.1.1 Isolering av vegetationsytor

I alla dessa parker kan man se ett tydligt drag av att skapa väggar i parkernas utkanter med hjälp av vegetationen, detta för att skapa en tydlig barriär mellan parkens yta och den omgivande ytan. Denna barriär sänker då vindens hastighet samtidigt som det tillåter en liten del att komma igenom. Som man kan se i bilderna nr. 1, 2 och 3 så har parkerna olika grad av isolering, vilket i Kroksäcksparken och Dagvattenparken demonstreras genom flera mindre isolerade områden i stället för att hela parken isoleras. Genom att skapa isolerade områden så förhindrar man att partiklar kan komma in i ytan vilket leder till att partikelabsorptionsförmåga i en park inte utnyttjas till sin fulla potential.



Bild 1. Visar vegetationsbarriär mot vägar. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Pildammsparken, Malmö.



Bild 2. Visar isolerade delar av parken med hjälp av vegetation. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Krokbacksparken, Malmö.



Bild 3. Visar isolering av parken från större väg genom vegetation. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Dagvattenparken, Malmö.

5.1.2 Öppna ytor

I bilderna nr. 4, 5 och 6 så kan man se att parkerna består av stora öppna ytor stora öppna ytor som saknar större vegetation såsom buskar och träd, vilka annars stoppar partiklar från att transporteras bort. Genom att minska de stora ytorna eller bryta upp dem till mindre områden med hjälp av t.ex. buskage, så kan man öka mängden partiklar som stannar kvar och absorberas på dessa ytor. Detta åstadkoms genom att man minskar vindstyrkan eller stoppar vinden, vilket leder till att partiklarna sjunker ner mot marken där partiklarna sedan kan absorberas av växterna.



Bild 4. Visar stora öppna ytor i park. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Pildammsparken, Malmö.



Bild 5. Visar stora öppna ytor i park. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Krokbacksparken, Malmö.



Bild 6. Visar stora öppna ytor i park. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Dagvattenparken, Malmö.

5.1.3 Kortklippta gräsytor

Dessutom kan man se i bilderna nr. 7, 8, och 9 att dessa parker är täckta av kortklippta gräsmattor, vilket ökar vindstyrkan i parken och leder till att fler partiklar blir bortförda av vinden och därmed minskar antalet absorberade partiklar. En lösning på detta kan vara att plantera fler buskage och träd vilket skapar ytor för deposition, men det fungerar inte på de ytor som behöver öppenhet. Det man kan göra då är att låta gräset växa upp och omvandla ytan till ängsmark så att den bryter vindstyrkan. Tyvärr är denna effekt minimal men det har en svag påverkan (Li G., Qin, J., Yu., H., Huang N., 2022) I vissa av områdena i Dagvattenparken och Krokbäckparken har man tillåtit gräset att växa upp som man kan se på bilderna nr. 10 och 11. På det sättet ökar absorptionen av partiklar samtidigt som man får andra positiva biologiska effekter av ängsmarken.



Bild 7. Visar områden av kortklippt gräs. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Pildammsparken, Malmö.



Bild 8. Visar områden av kortklippt gräs. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Krokbacksparken, Malmö.



Bild 9. Visar områden av kortklippt gräs. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Dagvattenparken, Malmö.



Bild 10. Visar mindre områden med ängar. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Krokbacksparken, Malmö.



Bild 11. Visar områden av ängar. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Dagvattenparken, Malmö.

5.1.4 Raka passager

Som man kan se i bilderna nr. 12, 13 och 14 så är många passager i parkerna raka, vilket skapar möjlighet för vind och partiklar att komma in i parken och då ökar potentialen för partikelabsorption. Men genom att låta vinden flöda framåt utan några stopp kan det leda till att partiklarna blåser vidare rakt igenom parken. De raka passagerna gör även så att inga av partiklarna blir absorberade av vegetationen i passagerna, vilket leder till en mindre chans för partikelabsorption. Det man kan göra är att utforma böjda passager för att skapa motstånd i vindens flöde liknande hur naturliga bäckar formas. Detta skapar då områden där vindens hastighet sänks vilket tillåter att depositions områden bildas där partiklarna sedan kan absorberas av vegetationen



Bild 12. Visar gångpassagerar som är raka och långa. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Pildammsparken, Malmö.

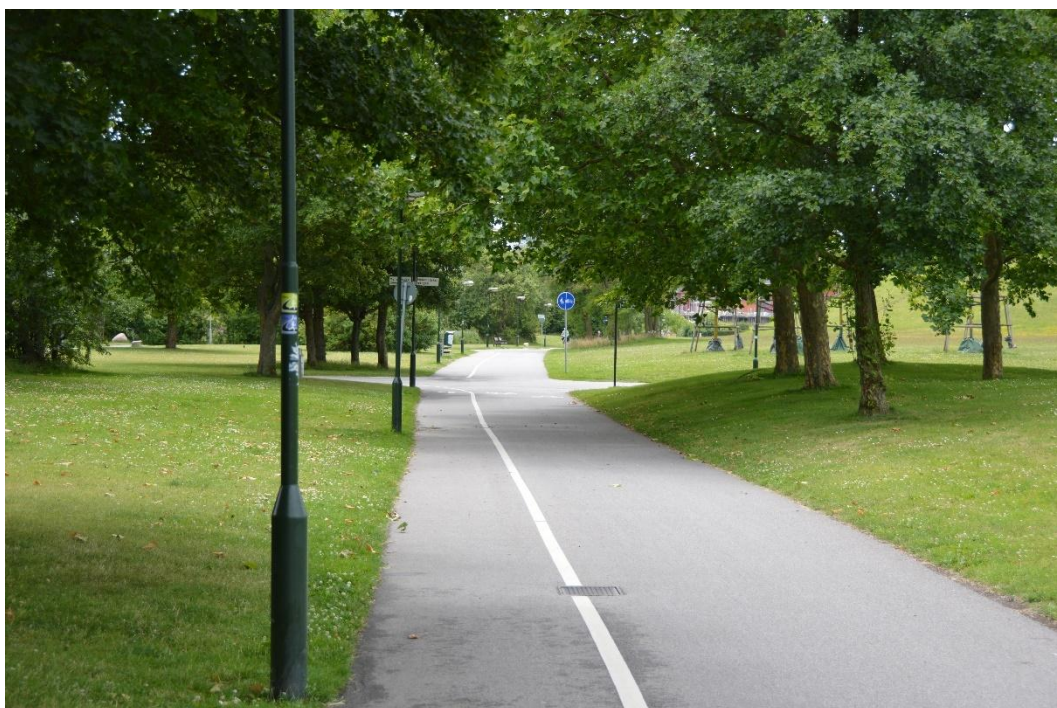


Bild 13. Visar gångpassagerar som är raka och långa. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Krokbacksparken, Malmö.



Bild 14. Visar gångpassagerar som är raka och långa. Fotografi av Gustaf Skörvald. Tagen vid Dagvattenparken, Malmö.

6. Diskussion

En bättre luftkvalitet i de urbana miljöerna förbättrar hälsan hos invånarna och leder då till ökat välmående, vilket gör arbetet med dessa frågor både viktigt och relevant. Sjukdomar som orsakas av partiklar leder till att många människor dör en förtidig död samtidigt som andra får permanenta skador på sina organ. Dessa skador gör att invånarna lever med en sämre livskvalité som sedan belastar sjukvården och samhället. Alla dessa sjukdomar, följsjukdomar och dödsfall går att förebygga genom att sänka halterna av PM₁₀ och PM_{2,5} i luften.

Vi har lösningar, som utformning av miljön och olika arter av träd och buskar att plantera, för att aktivt sänka halterna av partiklar. Även om dessa lösningar kanske inte har så hög effektivitet att vi kan minska halterna snabbt, så bör vi ändå börja sänka de nu då de halterna har en långsiktig negativ påverkan på hälsan.

Idag finns det ett antal olika studier utförda om hur växter tar upp olika partiklar och vilka fysiska egenskaper hos växterna som bidrar till en mer effektiv absorption av partiklar. Andra studier har fastslagit ett antal specifika arter eller släkten av träd och buskar som är bättre än genomsnittet på att absorbera partiklar. Men i vårt sökande efter den art som effektivast tar upp stora mängder partiklar så är det viktigt att inte glömma bort diversitet.

I vår planering av urbana miljöer och utformningen av dess grönområden är det viktigt att tänka på att grönområdena är till för människans olika behov t.ex. fysiska och psykologiska behov. Därmed är det så att vissa omformningar som t.ex. en kortklippt gräsmatta måste finnas för att skapa områden för sociala aktiviteter. Därför måste man planera efter alla olika behov och göra olika prioriteringar så att slutprodukten blir en mer kompromiss mellan dessa olika behov.

Det är inte rimligt att endast använda sig av vegetation för att sänka halterna av PM₁₀ och PM_{2,5}. För att kunna minska den totala mängden partiklar till en minimal nivå, så krävs det även att man aktivt arbetar för att minska samt förebygga, skapandet av partiklar vid de mänskliga aktiviteterna. Även om partiklar alltid kommer att skapas i små mängder, som tidigare nämnts i denna studie, på grund av att människor alltid kommer att förbli i rörelse samt människans olika aktiviteter, så måste vi arbeta för metoder och material som minimerar skapandet av partiklar.

Så vilka sorts principer kan man använda för att minska partiklar med hjälp av vegetation kan delas upp i två olika delar, artval och utformning.

Artval handlar om att väljer arter som är bevisat bättre på att ta upp partiklar men det är viktigt att kommentera att man måste anpassa artvalet också från sin egen miljö, både vilket land men också miljöer såsom städer eller åkerlandskap.

Sedan kommer utformningen som påverkar hur mycket partiklar som deponeras på eller runt vegetationen så att de faktiskt kan absorberas. Ju större yta vegetationen har mot vinden desto mer minskas vindens hastighet. Så målet med utformningen av vegetationen ligger i att skapa ytor där vindens hastighet sänks vilket leder till deposition.

Bilagor

Trädarter	Buskarter
<i>Acer truncatum</i>	<i>Amygdalus triloba</i>
<i>Aesculus chinensis</i>	<i>Buxus megistophylla</i>
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Buxus sinica</i>
<i>Albizia julibrissin</i>	<i>Cercis chinensis</i>
<i>Broussonetia papyrifera</i>	<i>Euonymus alatus</i>
<i>Catalpa bungei</i>	<i>Forsythia suspensa</i>
<i>Cedrus deodara</i>	<i>Forsythia viridissima</i>
<i>Celtis bungeana</i>	<i>Hibiscus syriacus</i>
<i>Chionanthus teusus</i>	<i>Jasminum nudiflorum</i>
<i>Cotinus coggygria</i>	<i>Juniperus sabina</i>
<i>Diospyros kaki</i>	<i>Kerria japonica</i>
<i>Eucommia ulmoides</i>	<i>Lagerstroemia indica</i>
<i>Euonymus maackii</i>	<i>Lespedeza bicolor</i>
<i>Fraxinus chinensis</i>	<i>Ligustrum lucidum</i>
<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Ligustrum x vicaryi Rehder</i>
<i>Koeleruteria paniculata</i>	<i>Lonicera maackii</i>
<i>Liriodendron chinense</i>	<i>Paeonia suffruticosa</i>
<i>Malus micromalus</i>	<i>Prunus cistena</i>
<i>Malus 'sparkler'</i>	<i>Rosa chinensis</i>
<i>Picea meyeri Rehd</i>	<i>Rosa mutliflora</i>
<i>Pinus bungeana</i>	<i>Rosa xanthia</i>
<i>Pinus tabuliformis</i>	<i>Sorbaria sorbifolia</i>
<i>Platanus acerifolia</i>	<i>Swida alba</i>
<i>Platycladus orientalis</i>	<i>Syringa oblata</i>

<i>Populus tomentosa</i>	<i>Syringa oblata</i> Lindl, var. <i>alba</i> Rehder
<i>Prunus cerasifera</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Prunus davidiana</i>	<i>Weigela florida</i>
<i>Prunus persica</i>	
<i>Prunus serrulata</i>	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	
<i>Sabina chinensis</i>	
<i>Salix babylonica</i>	
<i>Salix matsudana</i>	
<i>Salix matsudana</i> 'Pendula'	
<i>Styphnolobium japonicum</i>	
<i>Syringa reticulata</i> subsp. <i>pekinensis</i>	
<i>Ulmus pumilia</i>	
<i>Yulania denudata</i>	

Tabell 1. Växter använda i studien i alfabetisk ordning (Zhao S. et. al. 2024)

Arter	Undersökt i Norge	Undersökt i Polen
<i>Acer campestre</i>	-	X
<i>Acer platanoides</i>	X	X
<i>Acer pseudoplatanus</i>	X	X
<i>Aesculus hippocastanum</i>	X	-
<i>Alnus x spaethii</i>	-	X
<i>Aralia elata</i>	X	-
<i>Berberis thunbergii</i>	X	-
<i>Betula pendula</i>	X	X
<i>Carpinus betulus</i>	X	-
<i>Catalpa speciosa</i> (Warder) 'Pulverulenta'	-	X
<i>Cornus alba</i>	X	X
<i>Cornus stolonifera</i>	-	X
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	-	X
<i>Fagus sylvatica</i>	X	-
<i>Forsythia x intermedia</i>	X	X
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	X
<i>Hedera helix</i>	-	X
<i>Hydrangea arborescens</i>	-	X
<i>Hydrangea paniculata</i>	-	X

<i>Mahonia aquifolium</i>	-	X
<i>Malus 'Van Eseltine'</i>	-	X
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	-	X
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	X
<i>Physocarpus opulifolius</i>	-	X
<i>Pinus mugo</i>	X	-
<i>Pinus sylvestris</i>	X	-
<i>Populus tremula</i>	X	X
<i>Prunus avium</i>	X	-
<i>Prunus lurocerasus</i>	X	-
<i>Prunus padus</i>	X	-
<i>Pyrus calleryana</i>	-	X
<i>Quercus robur</i>	-	X
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	X
<i>Rosa rugosa</i>	-	X
<i>Rosa x rugotida</i>	-	X
<i>Salix cinerea</i>	X	-
<i>Skimmia japonica</i>	X	-
<i>Sorbus intermedia</i>	-	X
<i>Spiraea x cinerea</i>	-	X
<i>Spiraea x vanhouttei</i>	-	X
<i>Stephanandra incisa</i>	X	-
<i>Symphoricarpos albus</i>	X	-
<i>Taxus baccata</i>	-	X
<i>Taxus media 'Hilli'</i>	X	-
<i>Tilia cordata</i>	X	X
<i>Tilia x europaea</i>	-	X
<i>Ulmus glabra</i>	X	-

Tabell 2. Växter använda i studien i alfabetisk ordning (Sæbø A. et al. 2012)

Referenser

Agriculture.Institute (2023) *Deposition in Wind Erosion: How It Happens*.

<https://agriculture.institute/soil-water-conservation/deposition-in-wind-erosion/>
[2026-01-30]

Azeem Sabir M., Farrakh Nawaz M., Hussain Khan T., Zulfiqar U., Ullah Haider F., Rehman A., Ahmad I., Rasheed F., Gul S., Hussain S., Iqbal R., Chaudhary T., Mustafa, A., S. Elshikh, M. (2024). Investigating seasonal air quality variations consequent to the urban vegetation in the metropolis of Faisalabad, Pakistan. *Scientific Reports*. Volym 14, Del 1.

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85181235211&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=49e9475ee93d7ed3bb739d569ebd6667&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28city+pollution%29&sl=31&sessionSearchId=49e9475ee93d7ed3bb739d569ebd6667&relpos=8>

Center for Disease Control and Prevention (2023). *Particle Pollution*.

https://www.cdc.gov/air/particulate_matter.html [12-02-24]

Centrum för arbets- och miljömedicin, Region Stockholm (2023). *Hur påverkas vi av luftföroreningar?*. <https://www.camm.regionstockholm.se/miljohalsa-online/luftfororeningar-utomhus/hur-paverkas-vi-av-luftfororeningar/>

[08-02-24]

Diener A., Mudu P., (2021). How can vegetation protect us from air pollution? A critical review on green spaces' mitigation abilities for air-borne particles from a public health perspective - with implications for urban planning. *Science of The Total Environment*. Volume 796, Nr. 148605.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148605>

- Li G., Qin, J., Yu., H., Huang N. (2022) Wind-tunnel experimental studies of the spatial snow distribution over grass and bush surfaces. *Journal of Hydrodynamics*. Volym 34, Sid. 85–93.
<https://doi.org/10.1007/s42241-022-0009-4>
- Kimball, B.A., Kobayashi K., Bindi M. (2002). Responses of Agricultural Crops to Free-Air CO₂ Enrichment. *Advances in Agronom.* Volym 77, Sidor 293-368.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(02\)77017-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(02)77017-X)
- Malek B., Verene W., Morgane S., Marie Z., Marcel G., Mathilde P., Sophie L., Pascal B., Sylvie C., Daniel E., Laurent F., Alain Le T., Sylvia M., Laurence P., Helene P., Philippe Q., Abdelkrim Z., Agnes L. (2015) *Association between long-term exposure to air pollution and mortality in France: A 25-year follow-up study*. Environment International. Volym 85, Sidor 5 – 14.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.08.006>
- Naturvårdsverket (u.å.). *Fakta om partiklar i luft (PM_{2,5} och PM₁₀)*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/luftforeoreningar-och-dess-effekter/fakta-om-partiklar-i-luft-pm25-och-pm10/> [24-01-24]
- Naturvårdsverket (2023). *Luftföroreningar och dess effekter*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/luftforeoreningar-och-dess-effekter/> [08-02-24]
- Qiu, L., Liu, F., Zhang, X., Gao, T. (2018) The Reducing Effect of Green Spaces with Different Vegetation Structure on Atmospheric Particulate Matter Concentration in BaoJi City, China. *Atmosphere*. Volym 9, Nr. 332.
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/WOS:000448137500007>
- Setälä, H., Viippola, V., Rantalainen, AL., Pennanen, A., Yli-Pelkonen, V. (2013). *Does urban vegetation mitigate air pollution in northern conditions?* Environmental Pollution. Volym 183, Sidor 104 – 112.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.11.010>
- Sæbø A., Popek R., Nawrot B., Hanslin H.M, Gawronska H., Gawronski S.W. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of The Total Environment*. Volym 427 – 428, Sidor 347 – 354.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969712004883?via%3Dihub>
- Willis K.J., Petrokofsky G. (2017). The natural capital of city trees. *Science*. Volym 365, Nr. 6336. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aam9724>

- World Health Organization (2022). *Ambient (outdoor) air pollution*.
[https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) [09-02-24]
- Xing Y., Brimblecombe, P. (2020) Trees and parks as “the lungs of cities”. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volym 48, 126552.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126552>
- Xing Y., Brimblecombe P. (2020). Trees and parks as “the lungs of cities”. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volym 48, Nr. 126552.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126552>
- Zhao S., Li X., Li Y., Li J., Liu X., Duan M., Wang X. (2024). Differential impacts of functional traits across 65 plant species on PM retention in the urban environment. *Ecological Engineering*. Volym 300, Nr. 107184.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2024.107184>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.