

Metod för bedömning och värdering av ekosystemtjänster i staden (VEKST)

Handbok version 1.0



Yvonne Andersson-Sköld,
Statens väg och transportforskningsinstitut (VTI)
Jenny Klingberg,
Göteborgs botaniska trädgård
Bengt Gunnarsson,
Göteborgs universitet
Sofia Thorsson,
Göteborgs universitet

Rapport

Department of Earth Sciences
University of Gothenburg
2018 C-123



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Naturvetenskapliga
fakulteten

Metod för bedömning och värdering av ekosystemtjänster i staden (VEKST)

Handbok version 1.0

Yvonne Andersson-Sköld,
Statens väg och transportforskningsinstitut (VTI)
Jenny Klingberg,
Göteborgs botaniska trädgård
Bengt Gunnarsson,
Göteborgs universitet
Sofia Thorsson,
Göteborgs universitet

ISSN 1400-383X

C123
Rapport
Göteborg 2018

Mailing address
Geovetarcentrum
S 405 30 Göteborg

Address
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A

Telephone
031-786 19 56

Telefax
031-786 19 86

Geovetarcentrum
Göteborg University
S-405 30 Göteborg
SWEDEN

Författare

Yvonne Andersson-Sköld, Statens väg och transportforskningsinstitut (VTI). Hon var när forskningsprojektet genomfördes anställd vid Göteborgs universitet. Hon är professor med lång erfarenhet av att utveckla metoder för miljöriskbedömningar, riskhantering, hållbarhetsbedömningar och i detta projekt för ekosystemtjänster i staden.

Jenny Klingberg, Göteborgs botaniska trädgård. Hon var när forskningsprojektet genomfördes även anställd vid Göteborgs universitet. Hon är filosofie doktor i tillämpad miljövetenskap och forskar om ekosystemtjänster i staden samt arbetar med miljöforskningsinformation.

Bengt Gunnarsson, Göteborgs universitet. Han är professor i miljövetenskap och forskar bland annat om urban ekologi och biologisk mångfald och hur denna har betydelse för ekosystemtjänster i städer och annan tätortsnära natur.

Sofia Thorsson, Göteborgs universitet. Hon är professor i naturgeografi. Hennes forskning fokuserar på stadsklimat, och hur stadens grönska påverkar lokalklimatet samt hur denna kunskap kan integreras i stadsplanering.

Den här handboken kan citeras som:

Andersson-Sköld Y, Klingberg J, Gunnarsson B och Thorsson S (2018). Metod för bedömning och värdering av ekosystemtjänster i staden (VEKST), Handbok version 1.0. Göteborgs universitet, rapport C123, ISSN 1400-383X

Handboken och dess bilagor finns tillgänglig på:

<http://www.mistraurbanfutures.org/sv/projekt/ekosystemtjanster>

Framsidas foto: Jenny Klingberg

FÖRORD

Under åren 2013–2016 genomfördes forskningsprojektet *Värdering av ekosystemtjänster av urban grönska*¹ med syftet att kartlägga, synliggöra och värdera den urbana grönskan. Inom forskningsprojektet studerades bland annat hur ekosystemtjänsterna klimatreglering, förbättrad luftkvalitet, dagvattenhantering, bullerdämpning, rekreation och välbefinnande kan bedömas och värderas. Dessutom kartlades delar av den biologiska mångfalden (träd, buskar, örter, bin och fåglar).

För att kunna bedöma och värdera de ekosystemtjänster som ingick i projektet utvecklades en stegvis metod. Metoden baseras på mätningar och inventeringar i sju fallstudieområden i Göteborg, intervjuer och enkätstudier samt relevant litteratur. Metoden finns publicerad i den vetenskapliga tidskriften *Journal of Environmental Management* (Andersson-Sköld m fl 2018).

I denna handbok presenteras metoden samt mallar som guidar användaren genom metodens fem steg. Handboken innehåller också exempel på hur metoden har använts. Viktigt att poängtera är att metoden som beskrivs i denna handbok inte är en slutprodukt utan en första version. I takt med ökad kunskap kan, och bör, metoden utvecklas, kompletteras och förbättras. Till exempel kan fler ekosystemtjänster bedömas och värderas.

Metoden är utvecklad med tanken att den ska vara enkel att använda, systematisk och transparent i alla steg. Denna handbok vänder sig bland annat till stadsplanerare och konsulter som på uppdrag av planerare arbetar med beslutsstöd i planprocessen. Metoden kan användas för att bedöma inverkan av förändringar i stadsbilden, t ex vid förtätning, eller för att följa förändringar över tid.

Den här handboken har möjliggjorts tack vare ett kommunikationsprojekt finansierat av Forskningsrådet Formas. I forskningsprojektet medverkade forskare från Göteborgs universitet, Chalmers tekniska högskola, Sveriges lantbruksuniversitet, Högskolan i Gävle tillsammans med tjänstemän från Göteborgs stad och Trafikverket. Forskningsprojektet finansierades av Forskningsrådet Formas (grant 2012-3411-22602-60), Trafikverket och Mistra Urban Futures.

Vi ger här vårt varma tack till alla som medverkat i projektet!

/Författarna

¹ <http://www.mistraurbanfutures.org/sv/projekt/ekosystemtjanster>

Vi tackar Forskningsrådet Formas som finansierat utvecklandet av denna handbok samt alla som på olika sätt medverkat både för att ta fram handboken och i det bakomliggande forskningsprojektet!



GÖTEBORGS UNIVERSITET

CHALMERS



Göteborgs
Stad



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences



TRAFIKVERKET



INNEHÅLL

| | |
|---|----|
| Inledning | 5 |
| Metodens syfte..... | 5 |
| Användningsområde | 6 |
| Handbokens uppbyggnad | 7 |
| Övergripande beskrivning av metoden..... | 8 |
| Ekosystemtjänster som ingår i metoden | 10 |
| Indikatorer | 10 |
| Utförande | 12 |
| Förberedande steg | 12 |
| Steg 1. Inventering och klassning..... | 12 |
| <i>Inventering</i> | 12 |
| <i>Befintliga data eller ny inventering?</i> | 15 |
| <i>Klassindelning och klassning</i> | 15 |
| <i>Resultatredovisning steg 1</i> | 19 |
| Steg 2. Framtagning av effektivitetsfaktorer | 20 |
| Steg 3. Beräkning och bedömning av effekten | 23 |
| Steg 4. Uppskattning av betydelsen av respektive ekosystemtjänst..... | 25 |
| Steg 5. Beräkning av nyttan och områdets samlade värde av ekosystemtjänster | 27 |
| Sammanfattande bedömning av värdet samt redovisning av resultat | 28 |
| Referenser..... | 31 |
| | |
| Bilaga 1. Mallar för beräkning..... | 37 |
| Bilaga 2. Basinventering och klassindelning..... | 47 |
| Bilaga 3. Exempel från två områden i Göteborg..... | 53 |

ORDLISTA

Biodiversitet: kallas på svenska även biologisk mångfald och är ett samlingsbegrepp som omfattar all den variation mellan arter, inom arter och av livsmiljöer som finns på jorden. Ett sätt att mäta artdiversitet är Simpsons diversitetsindex (D) som i formen $1/D$ visar på det hypotetiska antalet arter om samtliga arter som erhöles vid provtagningen skulle vara lika vanliga.

Effekt: bidraget till ekosystemtjänster från ett område. Effekten beror av mängd/förekomst av indikator samt hur effektivt indikatorerna bidrar till respektive ekosystemtjänst.

Ekosystemtjänster: alla produkter och tjänster som naturens ekosystem ger oss människor och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet.

Försörjande ekosystemtjänster: de varor som produceras av ekosystem, t ex mat, vatten, trä och fiber.

Indikator: något som är mätbart och som visar eller indikerar tillståndet i ett större system.

Kulturella ekosystemtjänster: innefattar skönhet, inspiration, rekreation och andra värden som bidrar till vårt välbefinnande.

Nytta: beror av både effekten och den upplevda betydelsen av just den ekosystemtjänsten.

Reglerande ekosystemtjänster: nyttan människor har av ekosystemfunktioner som påverkar miljöfaktorer som t ex klimat, översvämningar, nedbrytning av organiskt material, kontroll av sjukdomar och pollinering av våra grödor.

Stödande ekosystemtjänster: grundläggande funktioner i ekosystemen som är en förutsättning för alla de andra ekosystemtjänsterna, bland annat markstruktur, bördighet, fotosyntes och biogeokemiska kretslopp.

Värde: det samlade upplevda värdet av ekosystemtjänster som finns inom ett område är summan av alla enskilda nyttor.

INLEDNING

Urbanisering och förtätning av svenska städer har lett till en fragmentering och minskning av urban grönska under de senaste årtiondena. Trots grönskans betydelse för ett gott och miljömässigt hållbart stadsliv prioriteras den ofta ner när städer förtätas eller när trafikinfrastruktur byggs om. Det finns därför ett stort behov av att synliggöra grönskans värde och förmåga att leverera viktiga tjänster till bland annat stadens invånare.

För att synliggöra de värden grönska och natur erbjuder oss människor har begreppet ekosystemtjänster utvecklats (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Detta begrepp innefattar alla produkter och tjänster som naturens ekosystem ger oss människor och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet.

Ekosystemtjänster kan definieras som ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande.

Naturvårdsverket

Ekosystemtjänster delas in i tre grupper: 1) *försörjande*, t ex spannmål, dricksvatten, trävirke och bioenergi; 2) *reglerande*, t ex pollinering, klimatreglering, rening av luft och vatten; och 3) *kulturella* t ex välbefinnande, inspiration och estetiskt värde. Dessutom finns de så kallade *stödjande* tjänsterna. Dessa är en förutsättning för att de övriga ska fungera. Exempel på sådana är fotosyntes och jordmånsbildning.

METODENS SYFTE

I denna handbok presenteras en ny metod som på ett systematiskt sätt gör det möjligt att bedöma hur mycket ekosystemtjänster grönområden i staden bidrar med och vad värdet av dessa tjänster är. Till skillnad från tidigare metoder, kan den här metoden användas för att bedöma och värdera olika komponenter (t ex träd, buskar och fåglar) inom ett grönområde som kan bidra till ett urval av såväl reglerande som kulturella ekosystemtjänster.

Metoden skiljer på ett grönområdes bidrag till ekosystemtjänster och den upplevda betydelsen vi människor anser att detta bidrag ger. Denna uppdelning bidrar till ökad transparens vid planering som berör förändringar av grönskan i stadsbilden.

Vi har valt att använda en semi-kvantitativ värdering, i form av intervjuer där tillfrågade personer har fått rangordna respektive ange betydelsen av ekosystemtjänster på en femgradig skala, istället för monetär värdering. Alla värderingsmetoder har för- och nackdelar, men eftersom monetär värdering av bland annat kulturella ekosystemtjänster är till stor del outredd ansågs semi-kvantitativ värdering vara det bästa alternativet.

ANVÄNDNINGSSOMRÅDE

Metoden kan till exempel användas för att:

- bedöma hur mycket ekosystemtjänster ett specifikt område bidrar med och vad värdet av dessa tjänster är.
- jämföra hur mycket ekosystemtjänster olika områden bidrar med och är värda.
- bedöma hur en förändrad markanvändning inom ett område (t ex anläggning av en park, allé, eller bebyggelseförtätning) påverkar bidraget till och värdet av ekosystemtjänsterna.

Metoden kan användas självständigt eller tillsammans med, och som komplement till, mer kvalitativa metoder och vägledningar såsom *Guide för värdering av ekosystemtjänster* av Naturvårdsverket (2015) och *Ekosystemtjänster i stadsplaneringen – en vägledning* av c/o city (2014) eller avancerade modeller som t ex i-Tree som utvecklats av United States Forest Service² för att bedöma ekosystemtjänster från träd och skog.

Metoden kan användas i planeringsprocesser som t ex för översiktsplan, fördjupad översiktsplan och detaljplan. Den kan även användas i MKB-processen. Innan metoden börjar användas är det viktigt att överväga vilken skala man är intresserad av. Det går att använda metoden i ett geografiskt informationssystem för att kartlägga möjligt bidrag till ekosystemtjänster på t ex stads-skala förutsatt att relevant data finns för de indikatorer som metoden baseras på, se t ex hur den använts för Göteborgs Stad (Abda Amin, 2017).

² <https://www.itreetools.org>

HANDBOKENS UPPBYGGNAD

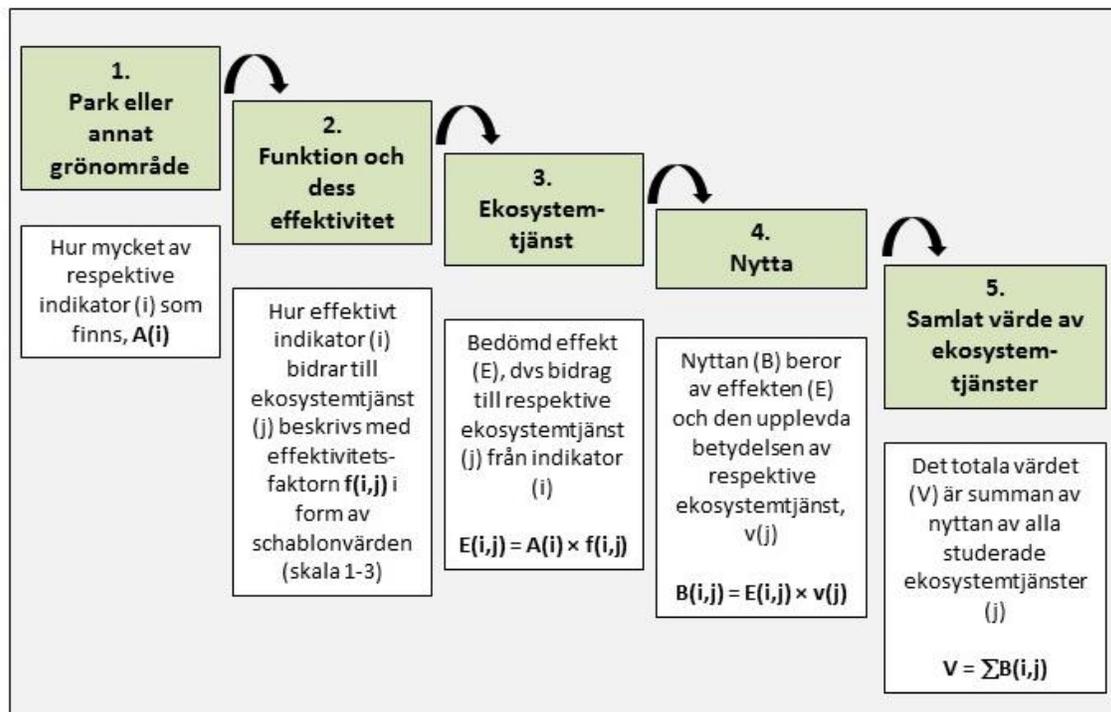
I denna handbok ges först en övergripande beskrivning av metoden, hur den är uppbyggd och vilka ekosystemtjänster som för närvarande ingår i den. Därefter följer en beskrivning av hur en analys ska utföras genom att beskriva vart och ett av de ingående stegen i metoden.

I bilaga 1 och 2 finns mallar som kan användas för egen analys, beräkningar och inventering. Bilaga 3 visar exempel på hur metoden använts.

Den som vill ha en djupare beskrivning av hur metoden har utvecklats och vilka utgångspunkter och antaganden som gjorts, hänvisas till den vetenskapliga artikel som ligger till grund för metoden (Andersson-Sköld m fl, 2018).

ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING AV METODEN

Metoden, som visas övergripande i figur 1, bygger på den skaskadmodellen för ekosystemtjänster som tagits fram av Potschin och Haines-Young (finns bland annat beskriven i TEEB, 2010). I kaskadmodellen utgår man från den länk som finns mellan en plats, såsom en park eller annat grönområde, och de ekosystemtjänster som grönområdet kan bidra till. Denna länk utgörs av de komponenter (t ex träd, buskar och fåglar) som finns, och de funktioner dessa bidrar med, inom området. Till exempel kan träden genom funktionen transpiration och avdunstning medföra en fördröjd omsättning av dagvatten, och därmed bidra till ekosystemtjänsten dagvattenhantering och minskad risk för översvämning. Ett träd kan också bidra med andra funktioner, som till exempel att dämpa vinden eller ge skugga och på så sätt bidra till ekosystemtjänsterna vindreduktion och avkyllning. Vilken nytta vi människor har av ett grönområde beror inte bara av hur mycket ekosystemtjänster området bidrar med. Det beror också på hur vi människor värderar just dessa ekosystemtjänster. Den upplevda betydelsen av ekosystemtjänsterna kan variera både mellan olika platser och över tid.



Figur 1. Övergripande beskrivning av metoden för bedömning och värdering av ekosystemtjänster. Metoden baseras på den kaskadmodell som tagits fram av Potschin och Haines-Young, som bland annat finns beskriven i TEEB (2010).

Hur vi människor värderar de olika ekosystemtjänsterna beror på tillgång och efterfrågan. Hur vi värderar ett område påverkas också av hur vi använder området. Detta i sin tur kan påverka området och dess värde. Till exempel kan ett högt värderat område utsättas för ett högt besöksstryck. Detta kan medföra ökad nedsmutsning och slitage så att dess värde på sikt minskar. Ett högt besöksstryck kan också leda till en ökning av underhåll och skötsel som i sin tur kan medföra att de mest eftertraktade tjänsterna förstärks så att områdets värde ökar.

I metoden som beskrivs i denna handbok ingår, till skillnad från i kaskadmodellen, förenklingar, antaganden och schablonvärden. För att kunna bedöma hur olika komponenter i ett grönområde (t ex träd, buskar och fåglar) bidrar till de ekosystemtjänster som studeras, har ett antal mätbara indikatorer identifierats. De förenklingar, antaganden och schablonvärden som tagits fram baseras på vetenskaplig litteratur och studier som gjordes inom forskningsprojektet *Värdering av ekosystemtjänster av urban grönska*³. Underlaget finns presenterat i den vetenskapliga artikeln av Andersson-Sköld m fl (2018).

Metoden är uppbyggd av fem steg. För att bedöma ett områdes bidrag till och värde av ekosystemtjänster är det fem huvudfrågor som ska besvaras:

1. **Kartläggning och inventering:** Hur mycket av respektive indikator finns inom området?
2. **Funktionen och dess effektivitet:** Hur effektivt bidrar respektive indikator med avseende på de ekosystemtjänster som ska bedömas?
3. **Effekt:** Hur stort är bidraget (effekten) till respektive ekosystemtjänst inom området?
4. **Nytta:** Vilket är den av människan upplevda betydelsen av respektive ekosystemtjänst?
5. **Samlad värdering:** Hur stor är nyttan av de enskilda ekosystemtjänsterna och hur stort är det samlade värdet av de studerade ekosystemtjänsterna inom området?

³ <http://www.mistraurbanfutures.org/sv/projekt/ekosystemtjanster>

EKOSYSTEMTJÄNSTER SOM INGÅR I METODEN

Metoden innefattar för närvarande följande ekosystemtjänster:

- Reglerande ekosystemtjänster
 - pollinering av bin och humlor
 - vindreduktion
 - avkylning till följd av skuggning och avdunstning
 - förbättrad luftkvalitet genom att föroreningar deponeras på bladytan
 - bullerdämpning
 - dagvattenhantering genom avdunstning och markgenomsläpplighet
- Kulturella ekosystemtjänster
 - rekreation och mental och fysisk hälsa. Detta innefattar lugn och ro, fysiska utomhusaktiviteter och upplevt välbefinnande
 - estetiskt värde

Ett urbant grönområde bidrar till betydligt fler ekosystemtjänster än dessa. Metoden kan, och bör, i takt med ökad kunskap utvecklas och inkludera fler ekosystemtjänster.

INDIKATORER

Inom ett grönområde finns det många olika komponenter, t ex träd, buskar och fåglar som alla kan bidra till en eller flera ekosystemtjänster. Ett antal mätbara indikatorer har identifierats och används för att bedöma effekten med avseende på de ekosystemtjänster som studeras (tabell 1). För vissa ekosystemtjänster, t ex estetiskt värde, behöver flera indikatorer mätas och en sammanvägning göras för att bedöma effekten. För flera ekosystemtjänster är bladyta per ytenhet mark den indikator som är närmast kopplad till ekosystemets funktion. Ett exempel, är ekosystemtjänsten förbättrad luftkvalitet som beror på att föroreningar deponeras på bladytan. Därför är just mängden bladyta i ett område en viktig indikator. Om data för bladyta inte är tillgänglig för området kan krontäckning, dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar, användas som indikator istället.

Tabell 1. Ekosystemtjänster samt de indikatorer som idag ingår i metoden.

| Ekosystemtjänst | Indikator |
|--|---|
| Pollinering av bin och humlor | Antal bin (både honungsbin och vildbin) och humlor |
| Vindreduktion | Bladyta per ytenhet, alternativt krontäckning (dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar i %) |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | Bladyta per ytenhet, alternativt krontäckning (dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar i %) |
| Förbättrad luftkvalitet genom att föroreningar deponeras på bladytan | Bladyta per ytenhet, alternativt krontäckning (dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar i %) |
| Bullerdämpning | Bladyta per ytenhet, alternativt krontäckning (dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar i %) |
| Dagvattenhantering genom avdunstning och markgenomsläpplighet | Bladyta per ytenhet, alternativt krontäckning (dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar i %) samt andel permeabel yta |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa. Detta innefattar lugn och ro, fysiska utomhusaktiviteter och upplevt välbefinnande | Krontäckning (dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar i %), artdiversitet av sångfåglar (Simpson index) samt antal arter per ytenhet av träd, buskar och örter |
| Estetiskt värde | Artdiversitet av sångfåglar (Simpson index) samt antal arter per ytenhet av träd, buskar och örter |

UTFÖRANDE

FÖRBEREDANDE STEG

I detta steg identifieras vad som är syftet med att använda metoden i just detta fall och vilken skala som är intressant. Det kan till exempel vara att bedöma vilka ekosystemtjänster som finns i ett specifikt område, hur mängden och värdet av ekosystemtjänster förändras vid en förändrad markanvändning, eller att bedöma hur mycket ekosystemtjänster som finns i ett område i förhållande till ett eller flera andra områden.

I detta förberedande steg ingår också att göra en geografisk avgränsning av det, eller de områden man vill studera. Avgränsningen bör göras så att området i hög grad blir homogent. Till exempel är en lämplig avgränsning en enhetlig park, en kyrkogård, ett bostadsområde, ett torg eller ett trafikområde. Det är olämpligt att studera områden som innefattar flera av dessa typområden (Lindqvist & Jansson, 2017).

I mallen som finns i bilaga 1 finns ett antal fält som ska fyllas i för att beskriva syftet med studien, namn på området man studerar, datum för studien och eventuellt övrig information. Det finns möjlighet att inom samma studie fylla i information om ytterligare två områden man vill jämföra med eller två alternativa markanvändningsstrategier för ett specifikt område. I bilaga 3 finns exempel på hur metoden har använts och hur resultatet har redovisats.

STEG 1. INVENTERING OCH KLASSNING

INVENTERING

I steg 1 görs en kartläggning och inventering av det eller de grönområden som ska studeras. Då inventeringen utförs bör antalet provtagningar i respektive grönområde anpassas till områdets storlek och till hur homogent området är. För att avgöra områdets homogenitet kan man utgå från trädförekomst eftersom sådan ofta påverkar de övriga organismgrupper som ingår (skuggning påverkar t ex förekomst och typ av undervegetation). Om den aktuella ytan inte är homogen och innehåller tydliga undergrupper av vegetation, t ex trädgångar blandat med öppna ytor som gräsmattor, så utförs sk stratifierad provtagning vilket innebär att provpunkter läggs i de olika undergrupperna. På så vis täcks den biologiska variationen i grönområdet in i provtagningen. I övrigt bör provpunkterna placeras ut slumpvis för att undvika subjektiv påverkan på inventeringsresultatet. Nedan följer en beskrivning av de inventeringar och mätningar som behövs för det område som ska bedömas.

POLLINATÖRER – TOTALA ANTALET INDIVIDER AV BIN OCH HUMLOR

Denna inventering görs i sk punktinventeringar. Dessa inventeringar ger ett index över förekomst av pollinatörer. Varje punkt består av en cirkel med tre meters radie där alla bin (honungsbin och vildbin inklusive humlor) räknas under fem minuter. I varje grönområde inventeras tre punkter belägna vid förekomster av blommande kärleväxter. Inventeringen bör utföras tre gånger per område från början av juli till mitten av augusti, vid en temperatur över 17 °C, vindstyrka under 8 m/s och inget regn. Om två eller fler områden ska jämföras bör inventeringarna för dessa utföras samma dag men ordningsföljden för de inventerade områdena kan dock variera mellan de olika tillfällena.

Det totala antalet individer som observerats vid de tre punkterna per respektive grönområde används som index avseende förekomst av pollinatörer. Det är även möjligt att utföra mer kvantitativt inriktade inventeringar genom att notera antal individer och arter längs transekter i grönytorna (se t ex Gunnarsson & Federsel, 2014).

BLADYTA PER HA

Om det finns möjlighet rekommenderar vi att i första hand använda bladyta per ha som indikator enligt tabell 1. Krontäckning, dvs markytans täckningsgrad av trädkronor och buskar, kan användas som alternativ indikator. För mer information om krontäckning, se nedan.

Flygburen laserskanning (Light Detecting And Ranging, LiDAR) har möjliggjort framtagandet av detaljerad 3D-information av grönska i bebyggda områden. Ett högupplöst LiDAR-dataset kan användas för att kartlägga vegetationen och för att få fram mängden bladyta för träd och buskar. För mer information om hur bladytan kan modelleras utifrån LiDAR-data se studien av Klingberg m fl (2017a) från Göteborg.

Det finns även andra metoder och instrument för att mäta bladyta per ytenhet från marken som kan vara lämpliga att använda för mindre områden (se t ex Breda, 2003; Jonckheere m fl, 2004).

KRONTÄCKNING (TÄCKNINGSGRAD AV TRÄDKRONOR OCH BUSKAR I %)

Ovan beskrivna LiDAR-data kan också användas för att ta fram data i form av krontäckning (dvs den andel av markytan som är belägen under trädkronor eller buskar över 1 meters höjd). För mer information se Lindberg m fl (2013). Det är också möjligt att uppskatta krontäckning ungefärligt utifrån Google Maps flygfoton med hjälp av det

internetbaserade verktyget i-Tree Canopy⁴. Krontäckning är enklare att få fram från LiDAR-data jämfört med bladyta. Krontäckning och bladyta korrelerar ofta väl.

ANDEL PERMEABEL YTA (%)

Andel permeabel (genomsläpplig) yta antas vara allt som inte är berg i dagen eller hårdgjord yta inom området. Hur effektiv den permeabla ytan är beror på hur genomsläpplig marken är (permabiliteten). Vid simuleringar som gjordes i forskningsprojektet var betydelsen av detta mindre än topografiska skillnader (van Kleef, 2017). Det finns emellertid en utvecklingspotential för att möjliggöra en ökad differentiering mellan olika marktyper och därmed vilka marktyper som ska inventeras.

Andel permeabel yta kan kartläggas med hjälp av kartstudier i kombination med platsbesök.

ARTDIVERSITET AV SÅNGFÅGLAR (SIMPSONS INDEX (1/D))

Inventering av sångfåglar görs genom sk punktinventeringar. Två punkter inventeras inom respektive område tre gånger under en period som varar från mitten av april till mitten av juni. Avståndet mellan punkterna bör vara minst 100 m i sluten terräng och minst 200 m i öppen terräng (Blank 2010). Vid dessa tillfällen bör det råda svag vind och ingen nederbörd. Tidsmässigt inleds inventeringarna inom 30 min från soluppgången och avslutas senast tre timmar efter soluppgången. Vid varje punkt görs en fem minuters punkträkning där alla fågelobservationer, de som hörs respektive ses, inom området noteras. Om två eller fler områden ska jämföras i förhållande till varandra bör ordningsföljden för inventerade områden variera mellan de olika tillfällena för inventering.

Diversitetsindex (Simpsons inverterade index $1/D$, se Magurran, 2004) räknas ut för sångfåglar i varje grönområde. Sångfåglar (engelska: songbirds, Oscines eller Passeri) är en undergrupp bland tättingarna som kan moderera sina läten till en så kallad sång. Dock undantar vi kråkfåglar från gruppen sångfåglar. Denna avgränsning baseras på tidigare studier som visar på en koppling mellan fågelsång och positiva upplevelser av urbana grönområden (Hedblom m fl, 2014, 2017; Gunnarsson m fl, 2017) och att kråkfåglar inte uppfattas lika positivt som "småfåglar" (Bjerke & Østdahl 2004).

En möjlig förbättring av metodiken är t ex att kombinera punktinventeringar med så kallade linjetaxeringar, vilket ger ökade möjligheter att upptäcka vilka arter som finns

⁴ <https://canopy.itreetools.org/>

inom grönområdet (se Blank 2010). Det bästa underlaget för en populationskattning av sångfåglar ges dock av revirkartering (se t ex Heyman 2010). Ett möjligt alternativ till Simpsons index är att använda artantal av sångfåglar. Resultatet redovisas då som medelantal arter sångfåglar per område. Hur väl antal arter av sångfåglar fungerar som indikator för de kulturella ekosystemtjänsterna behöver dock utredas ytterligare.

ANTAL ARTER AV TRÄD, BUSKAR (PER HA) OCH ÖRTER (PER M²)

Inventering av träd, buskar och örter görs med hjälp av en anpassad metodik baserad på den nationella miljöövervakningen av landskap (NILS; se Esseén m fl, 2003). I korthet görs inventeringen genom att skapa en cirkulär provtagningsyta från en mittpunkt med en radie på 20 m (dvs 1256 m²). Inom denna yta undersöks träd med avseende på antal arter. I en inre cirkel med 10 m radie (dvs 314 m²) undersöks antal arter av buskar. I tre småtor med radien 0,28 m inventeras artantal av örter. De tre småtorerna ska ligga inom de större cirkelarna på tre meters avstånd från mittpunkten i riktningarna 0°, 120° och 240°.

Resultatet redovisas som medelantal arter omräknat till artantal per ha för träd och buskar samt artantal per m² för örter (Gunnarsson m fl, 2017). Observera att antal arter av träd och buskar alltså räknas om till antal per ha. Artantalet per ha kan upplevas som högt, men det beror på att det är ett framräknat och inte ett faktiskt antal.

BEFINTLIGA DATA ELLER NY INVENTERING?

En fråga som ofta uppkommer är om befintliga data i olika databaser kan ersätta inventeringar. Detta är i princip möjligt men det finns problem förknippade med ett sådant förfaringsätt. Metodiken för insamling av data måste vara enhetlig för att möjliggöra jämförelser. Dessutom upptäcker man fler arter inom ett område om mer tid läggs ner på inventering. Med andra ord, ju större insamlingsansträngning, desto fler arter hittas. Vid jämförelser mellan olika områden måste det säkerställas att data som används verkligen är insamlade på ett likvärdigt sätt.

KLASSINDELNING OCH KLASSNING

För att kunna bedöma om mängden indikator är liten, måttlig eller stor görs en klassning av mängden av respektive indikator. För detta krävs i sin tur en klassindelning. I tabell 2 ges ett exempel på en klassindelning som gjorts inom forskningsprojektet *Värdering av*

*ekosystemtjänster av urban grönska*⁵. Den baseras på resultatet från inventeringar av sju fallstudieområden inom Göteborgsområdet. De sju områdena valdes för att representera variationen mellan trädbärande grönområden inom Göteborg.

Klassindelningen som presenteras i tabell 2 kan därför användas inom Göteborgsområdet för områden som har ett trädskikt med varierande täthet. För generellt bruk kan den klassindelning som anges för krontäckning (%) och andel permeabel yta (%) användas överallt i Sverige och den klassindelning som anges för bladyta per ytenhet kan användas i södra delen av Sverige (växtzonerna 1–4). För bedömningar som relaterar till artrikedom krävs mer platsspecifika underlag. Om man avser att också bedöma öppna marker (t ex gräsmattor, ängar, etc) bör basinventeringen (se nedan) även täcka in variationen hos dessa miljöer.

Antalet arter och individer inom organismgrupperna träd, buskar, örter, bin och sångfåglar varierar avsevärt inom landet bland annat beroende på klimatet som påverkar möjligheten för olika arter att etablera sig i olika miljöer. De s k "växtzonerna" i Sverige avspeglar delvis möjligheterna för maximal artrikedom hos kärlväxter. Detta innebär att de siffror som här anges i tabell 2 kommer att variera betydligt mellan urbana miljöer i olika delar av landet.

⁵ <http://www.mistraurbanfutures.org/sv/projekt/ekosystemtjanster>

Tabell 2. Exempel på klassindelning av mängd indikator. Denna klassindelning är baserad på den basinventering som gjordes inom forskningsprojektets sju fallstudieområden i Göteborg med ett glesare eller tätare trädskikt. För klass 0 – 9 anges högsta värdet som ingår i klassen.

| Indikator\ Klass | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Bin och humlor (antal individer) | 9 | 19 | 29 | 39 | 49 | 58 | 68 | 78 | 88 | 98 | >98 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | 3713 | 7427 | 11140 | 14854 | 18567 | 22281 | 25994 | 29708 | 33421 | 37135 | >37135 |
| Krontäckning (%) | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | >90 |
| Permeabel yta (%) | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | >90 |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | 1,02 | 2,05 | 3,08 | 4,10 | 5,13 | 6,16 | 7,19 | 8,21 | 9,24 | 10,27 | >10,27 |
| Antal trädarter/ha* | 2 | 14 | 21 | 27 | 34 | 40 | 47 | 53 | 60 | 66 | >66 |
| Antal buskarter/ha* | 2 | 23 | 34 | 45 | 56 | 67 | 78 | 89 | 100 | 111 | >111 |
| Antal örtarter/m ² | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | >18 |

* Observera att artantal för träd och buskar är omräknade till antal per ha. Areal för provtagningsytan är 1256 m² för träd och 314 m² för buskar.

BASINVENTERING

Om man tillämpar metoden i andra delar av Sverige än Göteborgstrakten bör man utföra basinventeringar som täcker in den biologiska variation som finns inom och i anslutning till staden (tätorten). Basinventeringen bör utföras på samma sätt som inventeringen för det aktuella området. Från basinventeringen görs en klassindelning av antalet arter och individer inom organismgrupperna träd, buskar, örter, bin och humlor samt sångfåglar. Denna klassindelning kan sedan användas för flera studier inom samma stad (tätort).

Det är viktigt att basinventeringen utförs på ett standardiserat sätt, så att jämförelser mellan områden blir möjliga. En lämplig utgångspunkt är att en "gradient" av grönområden undersöks, dvs stor variation med avseende på mängd grönska och mångfald av arter mellan områdena. Det är framförallt viktigt att i basinventeringen innefatta, och verifiera, områden som har en stor mängd av en eller flera indikatorer, t ex en stor variation av arter och individer inom organismgrupperna träd, buskar, örter, bin (honungsbin och vildbin inklusive humlor) och sångfåglar.

För norra delen av Sverige (växtzoner > 4) bör även en basinventering göras för bladyta per ytenhet.

I bilaga 2 beskrivs hur en klassindelning kan göras baserat på basinventeringen.

Tänk på att en basinventering behöver göras för att undersöka den biologiska variationen i regionen, dvs vad som är mycket och lite av respektive indikator.

KLASSNING

Den resulterande klassindelningen används för att göra en klassning från lite till mycket av de indikatorer inom det/de aktuella områden som behövs för att bedöma och värdera de ekosystemtjänster som ingår i studien.

RESULTATREDOVISNING STEG 1

Resultaten från inventeringen kan redovisas i den mall för Steg 1 som finns i bilaga 1 till denna handbok. I tabell 3 ges ett exempel på redovisning. Exemplet är hämtat från en tätortsnära skog (Titteridamm i Göteborg).

Tabell 3. Exempel på resultatredovisning från inventering samt klassning (enligt tabell 2 ovan) för en tätortsnära skog (Titteridamm i Göteborg).

| Indikator | Inventering | Underlag | Klassning |
|--|-------------|--|-----------|
| Bin och humlor (antal individer) | 36 | Inventering enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | 37 880 | Bearbetad LiDAR-data enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 10 |
| Krontäckning (%) | 95 | Bearbetad LiDAR-data enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 10 |
| Permeabel yta (%) | 95 | Inventering i fält (van Kleef, 2017) | 10 |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | 10,5 | Inventering enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 10 |
| Antal träarter/ha | 44 | Inventering enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 6 |
| Antal buskarter/ha | 70 | Inventering enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 6 |
| Antal örtarter/m ² | 9,5 | Inventering enligt avsnitt <i>Steg 1, Inventering</i> | 5 |

STEG 2. FRAMTAGNING AV EFFEKTIVITETSFAKTORER

I tabell 4 finns en sammanställning av de schablonvärden på effektivitetsfaktorer som har tagits fram inom forskningsprojektet. Schablonvärdena är angivna på skalan 1-3, där 1 betyder att indikatorn bidrar relativt lite, dvs har en låg effektivitet med avseende på den aktuella ekosystemtjänsten, 2 innebär måttlig effektivitet och 3 hög effektivitet.

De värden som anges är givna för största möjliga potentiella effekt, till exempel bidrar lövträd som mest till skugga och lä under sommarhalvåret jämfört mot vintertid då det inte finns några löv.

Tänk på att effektivitetsfaktorerna i tabell 4 representerar den högsta förmåga att leverera ekosystemtjänster indikatorn i fråga potentiellt kan ha.

Tabell 4. Effektivitetsfaktorer som tagits fram inom forskningsprojektet samt vilket underlag dessa baseras på.

| Indikator | Ekosystemtjänst | Underlag | Effektivitetsfaktor (f) |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| Reglerande ekosystemtjänster | | | |
| Bin och humlor (antal individer) | Pollinering | Bin och humlor är effektiva pollinerare (Matteson & Langellotto, 2009; Garibaldi m fl, 2013). | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Vindreduktion | Ett tätt bladverk är effektivt för att dämpa vinden (Shashua-Bar m fl, 2009; Buccolieri m fl, 2009). | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Avkylning | Ett tätt bladverk bidrar effektivt till avkylning genom skuggning och avdunstning och den samlade möjliga kyleffekten är mycket stor (Ali-Toudert & Mayer, 2007; Gillner m fl, 2015; Hamada & Ohta, 2010; Hardin & Jensen, 2007; Konarska m fl, 2014, 2016a, 2016b; Mayer m fl, 2009). | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Förbättrad luftkvalitet | Bladverket har måttlig potential att bidra till förbättring av luftkvalitén genom deposition av partiklar, och i ringa grad genom deposition av kväveoxider (Andersson-Sköld m fl, 2015; Burkhard m fl, 2012; Grundström & Pleijel, 2014; Hirabayashi m fl, 2012; Janhäll, 2015; | 2 |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | Kandziora m fl, 2013; Klingberg m fl, 2017b). | |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Bullerdämpning | Bladverket har liten potential till att bidra till bullerdämpning genom absorption (Kang m fl, 2011; Kim m fl, 2014; Klingberg m fl, 2017b). | 1 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Dagvattenhantering | Träd kan bidra till minskad risk för översvämning till följd av avdunstning och i viss mån även intercept. För samma mängd nederbörd är effekten bättre för långvarig nederbörd (2) än kort och intensiv (1) (Abda Amin, 2017; EEA, 2015; Konarska m fl, 2016b; Peng m fl, 2015; Zhang m fl, 1999, 2001; van Kleef, 2017). | 1 |
| Permeabel yta (%) | Dagvattenhantering | Markens förmåga att lagra vatten, respektive bidra till avdunstning, beror av mängd permeabel yta. Effektiviteten beror även på hur permeabel marken är. Här används all mark som inte är hårdgjord eller berg i dagen. Vid hög andel permeabel yta är effekten större än avdunstningen från träd, men mindre effektiv än avrinning som orsakas av en stor marklutning. (Abda Amin, 2017; EEA, 2015; Olsson m fl, 2013; Peng m fl, 2015; van Kleef, 2017). | 2 |
| Kulturella ekosystemtjänster | | | |
| Krontäckning (%) | Rekreation och mental och fysisk hälsa | Det självrapporterade upplevda välbefinnandet ökar med sus i träden (Hedblom m fl, 2017). Här antas att upplevelsen kan relateras till krontäckningen. Det finns inte underlag i litteraturen eller från forskningsprojektet som kan användas för att göra en bedömning av en effektivitetsfaktor. Effektiviteten antas därför vara måttlig. | 2 |
| Simpsons index (1/D) för sångfåglar | Rekreation och mental och fysisk hälsa | Fågelsång, och framförallt sång från många olika fågelarter, har visat sig kunna kopplas till det självrapporterade upplevda välbefinnandet (Hedblom m fl, 2014, 2017). Det finns inte underlag i litteraturen eller från forskningsprojektet som kan användas | 2 |

| | | | |
|---|--|---|---|
| | | för att göra en bedömning av en effektivitetsfaktor. Effektiviteten antas därför vara måttlig. | |
| <p>Antal arter träd/ha</p> <p>Antal arter buskar/ha</p> <p>Antal arter örter/m²</p> | Rekreation och mental och fysisk hälsa | <p>Den angivna betydelsen av ett område har kunnat kopplas till hur naturligt ett område upplevs (Ode Sang, m fl, 2016). Inom forskningsprojektet kunde den upplevda naturligheten relateras till uppmätt biodiversitet (fåglar, träd, buskar och örter) (Gunnarsson, m fl, 2017).</p> <p>Det finns ännu inte information som kan användas för att ange om effektiviteten är större från träd, buskar eller örter. Respektive indikators effektivitetsfaktor antas därför lika, vardera motsvarande (0,67) och den samlade effektiviteten antas vara måttlig (2).</p> | 2 |
| <p>Simpsons index (1/D) för sångfåglar</p> <p>Antal arter träd/ha</p> <p>Antal arter buskar/ha</p> <p>Antal arter örter/m²</p> | Estetiskt värde | <p>Det upplevda estetiska värdet av ett område har kunnat kopplas till hur naturligt ett område upplevs (Ode Sang, m fl, 2016). Inom forskningsprojektet kunde den upplevda naturligheten relateras till uppmätt biodiversitet (fåglar, träd, buskar och örter) (Gunnarsson, m fl, 2017).</p> <p>Det finns ännu inte information som kan användas för att ange om effektiviteten är större från fåglar, träd, buskar eller örter. Respektive indikators effektivitetsfaktor antas därför lika, vardera motsvarande (0,5) och den samlade effektiviteten antas vara måttlig (2).</p> | 2 |

STEG 3. BERÄKNING OCH BEDÖMNING AV EFFEKTEN

Effekten beräknas med hjälp av de schablonvärden för effektivitetsfaktorer som finns i tabell 4 och klassningen från steg 1. Resultatet kan redovisas i den mall för Steg 3 som finns i bilaga 1 till denna handbok.

I tabell 5 ges ett exempel på redovisning. Exemplet är hämtat från en tätortsnära skog (Titteridamm) i Göteborg. I bilaga 3 ges exempel på resultatredovisning för ytterligare ett område.

I tabell 5 finns också angivet högsta möjliga effekt för varje ekosystemtjänst (*j*). Denna är den största möjliga sammanlagda effekten av ekosystemtjänst (*j*), dvs varje indikator antas tillhöra klass 10.

För de ekosystemtjänster, indikatorer och effektivitetsfaktorer som nu ingår i metoden, uppgår den totalt maximalt möjliga effekten till 230. Den maximalt möjliga effekten delas i tre klasser (låg, måttlig och stor effekt) och används för en grov bedömning av effekten, dvs hur mycket ett område potentiellt kan bidra till de ekosystemtjänster som ingår i studien:

- Beräknad möjlig effekt mindre än 60 motsvarar områden med låg effekt
- Beräknad möjlig mellan 60 och 160 motsvarar områden med en måttlig effekt
- Beräknad möjlig effekt högre än 160 motsvarar områden med en hög effekt

Tänk på att bedömningen av effekten endast gäller de ekosystemtjänster som i nuläget ingår i metoden. Området bidrar sannolikt även till andra ekosystemtjänster.

Tabell 5. Exempel på resultatredovisning av beräknad effekt (steg 3) för en tätortsnära skog i Göteborg. Maximal möjlig effekt gäller om mängden indikator varit i högsta klassen (klass 10).

| Ekosystemtjänst (indikator) | Klass (K) | Effektivitetsfaktor (f) | Beräknad effekt (K × f) | Maximal möjlig effekt |
|--|-----------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Pollinering av bin och humlor (antal individer) | 3 | 3 | 9 | 30 |
| Vindreduktion (bladyta/ha) | 10 | 3 | 30 | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning (bladyta/ha) | 10 | 3 | 30 | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet (bladyta/ha) | 10 | 2 | 20 | 20 |
| Bullerdämpning (bladyta/ha) | 10 | 1 | 10 | 10 |
| Dagvattenhantering (bladyta/ha) | 10 | 1 | 10 + 20 = 30 | Totalt max = 30 |
| (permeabel yta) | 10 | 2 | | |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | | | 20 + 20 + 4 + 4 + 3,3 = 51,3 | Totalt max = 60 |
| (krontäckning (%)) | 10 | 2 | | |
| (sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 10 | 2 | | |
| (antal träarter/ha) | 6 | 0,67 | | |
| (antal buskarter/ha) | 6 | 0,67 | | |
| (antal örtarter/m ²) | 5 | 0,67 | | |
| Estetiskt värde (sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 10 | 0,5 | 5 + 3 + 3 + 2,5 = 13,5 | Totalt max = 20 |
| (antal träarter/ha) | 6 | 0,5 | | |
| (antal buskarter/ha) | 6 | 0,5 | | |
| (antal örtarter/m ²) | 5 | 0,5 | | |
| Total effekt | | | 194 | 230 |

STEG 4. UPPSKATTNING AV BETYDELSEN AV RESPEKTIVE EKOSYSTEMTJÄNST

För att uppskatta nyttan av de ekosystemtjänster för vilka effekten bedömts inom ett specifikt område, uppskattas värdet av de enskilda ekosystemtjänsterna, dvs det ska göras en bedömning av hur betydelsefull respektive ekosystemtjänst är. För att göra en sådan bedömning finns flera olika metoder. Dessa kan vara ekonomiska men behöver inte vara det. Värderingen kan tas fram genom enkäter, intervjuer, marknadsanalyser osv.

Värderingen av ekosystemtjänster styrs av många faktorer och varierar mellan olika områden och kan förändras över tiden. Det är därför viktigt att en värdering görs för varje specifikt fall. Exakt hur ofta, och hur detta görs samt vilka som ska medverka i värderingssteget beror på storleken på förändringen samt hur många och vilka som berörs av den. För att välja rätt metod för värderingssteget bör en expert vara med och utveckla hur värderingen ska utföras och identifiera vilka personer som bör medverka.

I forskningsprojektet *Värdering av ekosystemtjänster av urban grönska*⁶ togs värden fram genom att låta tjänstemän (8 personer som arbetar med grönska på olika sätt i stadsplaneringen) och allmänhet (111 personer runt om i Göteborg) ange hur betydelsefulla de tycker respektive ekosystemtjänst är på en skala 1 – 5, där 1 betyder mycket låg upplevd betydelse och 5 en mycket hög upplevd betydelse (se tabell 6).

För att kunna relatera dessa värden till andra aspekter, behov och önskemål fick de tillfrågade också ange om de ansåg ett urval ekosystemtjänster var mer eller mindre viktiga än fler bostäder, ökad kollektivtrafik eller ökat kulturellt utbud. Resultatet från värderingsstudien visade att ekosystemtjänster värderas högt såväl av tjänstemän som av allmänhet. Ytterligare tester visar på likvärdiga resultat (Lindqvist och Jansson, 2017).

Det är viktigt att jämföra värdet av att bevara eller förstärka befintliga ekosystemtjänster med en annan markanvändning, t ex byggande av fler bostäder, serviceinrättningar, förutsättningar för förbättrade transporter eller annan infrastruktur som medför andra samhällsnyttor.

⁶ <http://www.mistraurbanfutures.org/sv/projekt/ekosystemtjanster>

Tabell 6. Medelvärde av angiven betydelse av respektive ekosystemtjänst för Göteborgsområdet (111 personer från allmänheten, sex olika platser i Göteborg). Värdet för betydelsen angavs på en skala 1 – 5, där 1 betyder mycket låg upplevd betydelse och 5 en mycket hög upplevd betydelse av den aktuella ekosystemtjänsten. Den upplevda betydelsen används för att bedöma möjlig nytta.

| Ekosystemtjänst | Medelvärde av angiven betydelse i Göteborgsområdet |
|--|---|
| Pollinering | 3,8 |
| Klimatreglering (vindreduktion och avkylning) | 3,8 |
| Förbättrad luftkvalitet | 4,6 |
| Bullerdämpning | 3,7 |
| Dagvattenhantering (minskad översvämningsrisk) | 4,2 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | 4,4 |
| Estetiskt värde | 4,0 |

STEG 5. BERÄKNING AV NYTTAN OCH OMRÅDETS SAMLADE VÄRDE AV EKOSYSTEMTJÄNSTER

I detta steg beräknas den möjliga nyttan för respektive ekosystemtjänst och summan, det samlade värdet, av ekosystemtjänster från området. Nyttan av ekosystemtjänsterna är produkten av effekten (steg 3) och medelvärdet av den angivna betydelsen av respektive ekosystemtjänst (steg 4).

Beräkningen kan göras, och resultatet redovisas, med hjälp av den mall för steg 5 som finns i bilaga 1 till denna handbok. I tabell 7 visas ett exempel på hur den beräknade nyttan och det samlade värdet kan presenteras. Exemplet är hämtat från en tätortsnära skog i Göteborg (Titteridamm). I bilaga 3 ges ytterligare exempel på resultatredovisning.

Tabell 7. Beräkning av nyttan av respektive ekosystemtjänst samt områdets samlade värde av ekosystemtjänster, exempel från en tätortsnära skog (Titteridamm) i Göteborg. Maximal möjlig nytta är $5 \times$ maximalt möjlig effekt.

| Ekosystemtjänst | Effekt (från tab. 5) | Betydelse (från tab. 6) | Beräknad nytta (effekt \times betydelse) | Maximal möjlig nytta |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| Pollinering | 9 | 3,8 | 34 | 150 |
| Vindreduktion | 30 | 3,8 | 114 | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 30 | 3,8 | 114 | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | 20 | 4,6 | 92 | 100 |
| Bullerdämpning | 10 | 3,7 | 37 | 50 |
| Dagvattenhantering | 30 | 4,2 | 126 | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | 51 | 4,4 | 224 | 300 |
| Estetiskt värde | 14 | 4,0 | 56 | 100 |
| Områdets samlade värde | | | 797 | 1150 |

SAMMANFATTANDE BEDÖMNING AV VÄRDET SAMT REDOVISNING AV RESULTAT

Slutligen görs en sammanfattande bedömning och redovisning av resultaten. Hur detta görs beror på syftet med studien.

Det beräknande värdet av ett områdes ekosystemtjänster utgörs av den samlade nyttan av alla tjänster. För de ekosystemtjänster, indikatorer och effektivitetsfaktorer som nu ingår i metoden uppgår det totalt maximalt möjliga värdet till 1150. Det maximalt möjliga värdet delas i tre klasser (lågt, måttligt och högt värde) och används för en grov bedömning av områdets samlade värde:

- Beräknat samlat värde mindre än 300 motsvarar områden med ett lågt värde
- Beräknat samlat värde mellan 300 och 750 motsvarar områden med ett måttligt värde
- Beräknat samlat värde högre än 750 motsvarar områden med ett högt värde

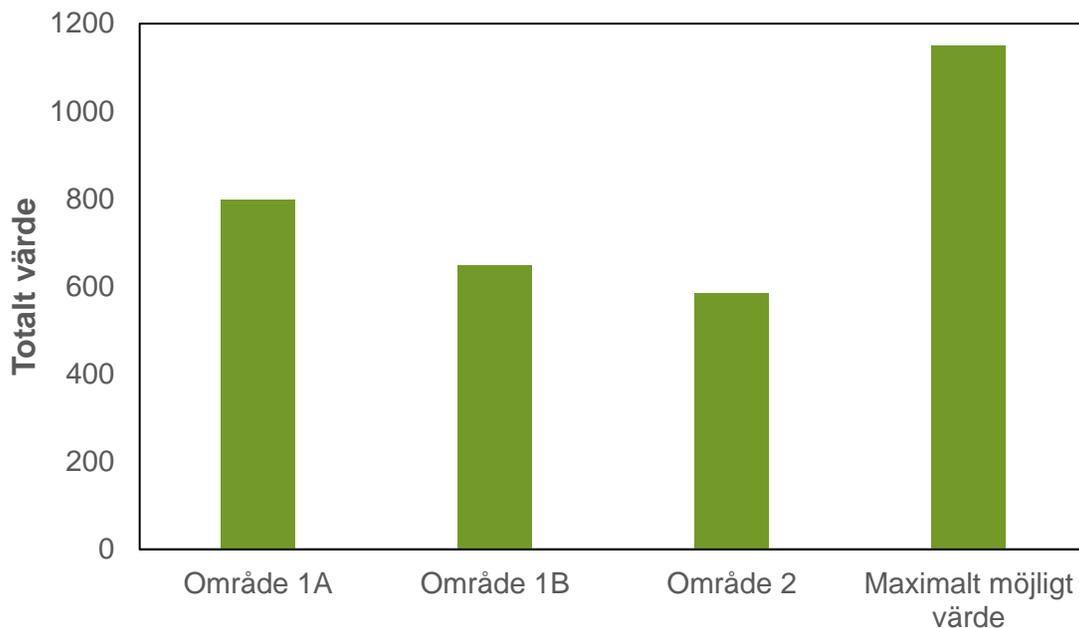
I tabell 8 och figur 2 ges exempel på hur resultat kan redovisas när man jämför det samlade värdet av ekosystemtjänster från olika områden och/eller scenarion med varandra.

För att ta hänsyn till tillgänglighet till ett område bör analysen även inkludera aspekter såsom närhet till boende, möjligheter att cykla och närhet till allmänna kommunikationer. Detta kan göras genom att resultaten redovisas i GIS (se t ex Aba Amin, 2017). Avväganden kring detta kan också göras på andra sätt, t ex i den sammanfattande bedömningen eller vägas in i samband med värdering av respektive ekosystemtjänst. För närvarande ingår inte detta i metoden, utan här finns en stor utvecklingspotential.

Tänk på att bedömningen av värdet endast gäller de ekosystemtjänster som i nuläget ingår i metoden. Området bidrar sannolikt även till andra ekosystemtjänster.

Tabell 8. Sammanfattande bedömning – ett exempel på resultatredovisning som jämför beräknad nytta och totalt värde mellan områden och mellan markanvändningsstrategier inom ett område. Område 1A och 1B är en tätortsnära skog i Göteborg (Titteridamm) där scenario B motsvarar en förändrad markanvändning (25 % mindre bladyta respektive krontäckning och 20 % färre träarter) jämfört med den ursprungliga markanvändningen i scenario A. Område 2 är en centralt liggande park i Göteborg (Kungsparken). I tabellen anges också den maximalt möjliga nyttan, dvs 5 × maximalt möjlig effekt.

| Ekosystemtjänst | Beräknad nytta Område 1A | Beräknad nytta Område 1B | Beräknad nytta Område 2 | Maximal möjlig nytta |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Pollinering | 34 | 34 | 57 | 150 |
| Vindreduktion | 114 | 80 | 68 | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 114 | 80 | 68 | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | 92 | 64 | 55 | 100 |
| Bullerdämpning | 37 | 26 | 22 | 50 |
| Dagvattenhantering | 126 | 113 | 109 | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | 224 | 196 | 158 | 300 |
| Estetiskt värde | 56 | 42 | 35 | 100 |
| Totalt värde | 797 | 635 | 572 | 1150 |



Figur 2. Exempel på beräknat möjligt värde per område. Område 1A och 1B är en tätortsnära skog i Göteborg (Titteridamm) där scenario B motsvarar en förändrad markanvändning (25 % mindre bladyta respektive krontäckning och 20 % färre träarter) jämfört med den ursprungliga markanvändningen i scenario A, område 2 är en centralt liggande park i Göteborg (Kungsparken) samt maximalt möjligt värde (dvs 5 × maximalt möjligt effekt).

EXEMPEL PÅ SAMMANFATTANDE BEDÖMNING:

Den tätortsnära skogen har ett totalt värde som uppgår till 797 och kan därmed klassas som ett område med ett högt ekosystemtjänstvärde (> 750). Skogen ligger tillgänglig för såväl närboende som andra besökare från tätorten.

I det scenario där 25 % av träden tas bort, minskar det samlade värdet av ekosystemtjänster (från ett samlat värde av 797 till 636) så att områdets värde av ekosystemtjänster nu bedöms som måttligt. En så kraftig förändring behöver analyseras genom att ställas i relation till de eventuella nyttor förändringen kan medföra. Den behöver också analyseras i förhållande till alternativa möjligheter och lösningar. Den analysen har inte genomförts i detta exempel eftersom förändringen inte är aktuell.

Ekosystemtjänsterna i den centrala parken bidrar med ett måttligt värde (574). Området ligger centralt, omgiven av stenstad och nyttjas av många. Parken fyller en god funktion såväl för närboende som andra besökare som rör sig i parken och dess närområde. Det är viktigt att nuvarande värde upprätthålls eller förstärks.

REFERENSER

PUBLIKATIONER INOM FORSKNINGSPROJEKTET VÄRDERING AV EKOSYSTEMTJÄNSTER AV URBAN GRÖNSKA

- Abda Amin, D., 2017. Mapping of ecosystem services in the city – case study of Gothenburg city. Master thesis in Geography, University of Gothenburg. June 2017.
- Andersson-Sköld, Y., Klingberg, J., Gunnarsson, B., Cullinane, K., Gustafsson, I., Hedblom, M., Knez, I., Lindberg, F., Ode Sang, Å., Pleijel, H., Thorsson, P., Thorsson, S., 2018. A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services. *Journal of Environmental Management* 205, 274-285.
- Gunnarsson, B., Federsel, L. M., 2014. Bumblebees in the city: abundance, species richness and diversity in two urban habitats. *Journal of Insect Conservation* 18, 1185-1191.
- Gunnarsson, B., Knez, I., Hedblom, M., Ode Sang, Å., 2017. Effects of biodiversity and environment-related attitude on perception of urban green space. *Urban Ecosystems* 20, 37-49.
- Grundström M., Pleijel H., 2014. Limited effect of urban tree vegetation on NO₂ and O₃ concentrations. *Environmental Pollution* 189, 73-76.
- Hedblom, M., Knez, I., Ode Sang, Å., Gunnarsson, B., 2017. Evaluation of natural sounds in urban greenery: potential impact for urban nature preservation. *Royal Society open science* 4, 170037.
- Klingberg, J., Konarska, J., Lindberg, F., Johansson, L., Thorsson, S., 2017a. Mapping leaf area of urban greenery using aerial LiDAR and ground-based measurements in Gothenburg, Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 26, 31-40.
- Klingberg, J., Broberg, M., Strandberg, B., Thorsson, P., Pleijel, H., 2017b. Influence of urban vegetation on air pollution and noise exposure – A case study in Gothenburg, Sweden. *Science of the Total Environment*, 599-600, 1728-1739.
- Konarska, J., Holmer, B., Lindberg, F., Thorsson, S., 2016a. Influence of vegetation and building geometry on the spatial variations of air temperature and cooling rates in a high-latitude city. *International Journal of Climatology* 36, 2379-2395.
- Konarska, J., Uddling, J., Holmer, B., Lutz, M., Lindberg, F., Pleijel, H., Thorsson, S., 2016b. Transpiration of urban trees and its cooling effect in a high latitude city. *International Journal of Biometeorology*, 60, 159-172.

Lindberg, F., Johansson, L., Thorsson, S., 2013. Träden i staden: Användningen av LiDAR-data för att identifiera urban vegetation. Mistra Urban Futures Report 2013:2.

Lindqvist, E., Jansson, J., 2017. Värdering av ekosystemtjänster av två typer av urban grönska i Göteborg, Degree of Bachelor of Science with a major in Geography, Göteborgs universitet, Rapport B983.

Ode Sang, Å., Knez, I., Gunnarsson, B., Hedblom, M., 2016. The effects of naturalness, gender and age on how urban green space is perceived and used. *Urban Forestry & Urban Greening*, 18, 268-276.

van Kleef, L., 2017. Valuation of ecosystem services: Storm water retardation- a modelling analysis. Report, University of Gothenburg, February 2017.

ÖVRIGA REFERENSER

Ali-Toudert, F., Mayer, H., 2007. Thermal comfort in an east-west oriented street canyon in Freiburg (Germany) under hot summer conditions. *Theoretical Applied Climatology* 87, 223-237.

Andersson-Sköld, Y., Thorsson, S., Rayner, D., Lindberg, F., Janhäll, S., Jonsson, A., Moback, U., Bergman, R., Granberg, M., 2015. An integrated method for assessing climate-related risks and adaptation alternatives in urban areas. *Climate Risk Management* <http://dx.doi.org/10.1016/j.crm.2015.01.003>.

Bjerke, T., Østdahl, T., 2004. Animal-related attitudes and activities in an urban population. *Anthrozoös* 17, 109-129.

Blank, H., 2010. Manual för uppföljning i skyddade områden – Skyddsvärda fåglar. Naturvårdsverket.

Breda, N.J.J., 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of Experimental Botany* 54, 2403-2417.

Buccolieri, R., Gromke, C., Di Sabatino, S., Ruck, B., 2009. Aerodynamic effects of trees on pollutant concentration in street canyons. *Science of the Total Environment* 407, 5247-5256.

Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F., 2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators* 21, 17-29.

c/o city, 2014. Ekosystemtjänster i stadsplaneringen – en vägledning. Tillgänglig via <http://www.cocity.org>.

EEA, 2015. Water-retention potential of Europe's forests. EEA Technical Report No 13/2015, ISSN 1725-2237.

Esseen, P.-A., Glimskär, A., Ståhl, G., Sundquist, S., 2003. Fältinstruktion för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige NILS. SLU, Umeå.

Garibaldi, L.A., Steffen-Dewenter, I., m. fl., 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339, 1608-1611.

Gillner, S., Vogt, J., Tharang, A., Dettmann, S., Roloff, A., 2015. Role of street trees in mitigating effects of heat and drought at highly sealed urban sites. *Landscape and Urban Planning*. 143, 33-42.

Hamada, S., Ohta, T., 2010. Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening* 9, 15-24.

Hardin, P.J., Jensen, R.R., 2007. The effect of urban leaf area on summertime urban surface kinetic temperatures: A Terre Haute case study. *Urban Forestry & Urban Greening* 6, 63-72.

Hedblom, M., Heyman, E., Antonsson, H., Gunnarsson, B., 2014. Bird song diversity influences young people's appreciation of urban landscapes. *Urban Forestry & Urban Greening* 13, 469-474.

Heyman, E., 2010. Clearance of understory in urban woodlands: Assessing impact on bird abundance and diversity. *Forest Ecology and Management* 260, 125-131.

Hirabayashi, S., Kroll, C.N., Nowak, D.J., 2012. Development of a distributed air pollutant dry deposition modeling framework. *Environmental Pollution*. 171, 9-17.

Janhäll, S., 2015. Review on urban vegetation and particle air pollution – deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, 105, 130-137.

Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M., Baret, F., 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination - Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 121, 19-35.

Kandziora, M., Burkhard, B., Müller, F., 2013. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators* 28, 54-78.

Kang, J., Yang, H., Smyrnova, Y., Cheal, C., Forssén, J., Attenborough, K., Taherzadeh, S., Van Rentgerhem, T., Botteldoorden, D., Mandon, A., 2011. Acoustical characterisation of TSB species, FP7 HOSANNA Deliverable 3.1.

- Kim, M.-J., Yang, H.-S., Kang, J., 2014. A case study on controlling sound fields in a courtyard by landscape designs. *Landscape and urban planning* 123, 10-20.
- Konarska, J., Lindberg, F., Larsson, A., Thorsson, S., Holmer, B., 2014. Transmissivity of solar radiation through crowns of single urban trees-application for outdoor thermal comfort modelling. *Theoretical and Applied Climatology* 117, 363-376.
- Magurran, A. E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Oxford.
- Matteson, K.C., Langellotto, G.A., 2009. Bumble bee abundance in New York city community gardens: Implications for urban agriculture. *Cities and the Environment* 2, 5.
- Mayer, H., Kuppe, S., Holst, J., Imbery, F., Matzarakis, A., 2009. Human thermal comfort below the canopy of street trees on a typical Central European summer day. *Ber Meteor Inst Univ Freiburg* 18, 211-219.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Naturvårdsverket, 2015. *Guide för värdering av ekosystemtjänster, Rapport 6690*.
- Olsson, J., Yang, W., Graham, L.P., Rosberg, J., Andreasson, J., 2013. Adaptation to climate change impacts on urban stormwater: a case study in Arvika, Sweden. *Climatic Change* 116, 231-247.
- Peng, Z. Q., Xin, X. Z., Jiao, J. J., Zhou, T., Liu, Q. H., 2016. Remote-sensing algorithm for surface evapotranspiration considering landscape and statistical effects on mixed-pixels. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, doi:10.5194/hess-2015-491.
- Shashua-Bar, L., Pearlmutter, D., Erell, E., 2009. The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate. *Landscape and Urban Planning* 92, 179-186.
- TEEB, 2010. P Kumar (Ed.), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, London.
- Zhang, L., Dawes, W. R. Walker, G. R., 1999. Predicting the effect of vegetation changes on catchment average water balance. *Tech. Rep. 99/12, Coop. Res. Cent. for Catch. Hydrol., Canberra, ACT*.
- Zhang, L., Dawes, W. R. Walker, G. R., 2001. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resources Research*, 37(3), 701-708.

Bilagor



METOD FÖR BEDÖMNING OCH VÄRDERING AV EKOSYSTEMTJÄNSTER I STADEN (VEKST)

Handbok version 1.0

Innehåll

Bilaga 1. Mallar för beräkning

Bilaga 2. Basinventering och klassindelning

Bilaga 3. Exempel från två områden i Göteborg

Bilaga 1

Mallar för beräkning

Syfte med studien:

Datum för studien:

Beskrivning av områden/scenarier som ingår i studien

Område/scenario 1:

Område/scenario 2:

Område/scenario 3:

Sammanfattande bedömning:

.....
Namnförtydligande
Titel och roll i organisationen

.....
Ort/datum

Steg 1. Inventering och klassning

Antalet arter och individer inom organismgrupperna träd, buskar, örter, bin (honungsbin och vildbin inklusive humlor) och sångfåglar varierar avsevärt inom landet. De så kallade "växtzonerna" i Sverige avspeglar delvis möjligheterna för maximal artrikedom hos kärlväxter. För att bedöma vad som är liten, måttlig eller stor mängd av respektive indikator behöver därför en basinventering göras om en sådan inte redan finns för området. Hur en sådan basinventering och indelning i klasser görs beskrivs i bilaga 2.

Område:

| Indikator | Antal/mängd enligt inventering | Underlag för inventering | Klassning |
|---|--------------------------------|--------------------------|-----------|
| Bin och humlor (antal individer) | | | |
| Bladyta per ytenhet (m ² / ha) | | | |
| Permeabel yta (%) | | | |
| Kronyta, täckningsgrad (%) | | | |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | | | |
| Antal trädarter/ha* | | | |
| Antal buskarter/ha* | | | |
| Antal örtarter/m ² | | | |

* Observera att artantal för träd och buskar är omräknade till antal per ha. Areal för provtagningsytan är 1256 m² för träd och 314 m² för buskar.

STEG 2. Effektivitetsfaktorer

Effektivitetsfaktorer används som schablonvärden för att bedöma hur effektivt de olika indikatorerna kan bidra till respektive ekosystemtjänst som ska bedömas.

| Indikator | Ekosystemtjänst | Effektivitetsfaktor (f) |
|--|---|-------------------------|
| Bin och humlor (antal individer) | Pollinering | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Vindreduktion | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Avkylning till följd av skuggning och avdunstning | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Förbättrad luftkvalitet | 2 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Bullerdämpning | 1 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Dagvattenhantering | 1 |
| Permeabel yta (%) | Dagvattenhantering | 2 |
| Krontäckning (%) | Rekreation och mental och fysisk hälsa | 2 |
| Simpsons index (1/D) för sångfåglar | Rekreation och mental och fysisk hälsa | 2 |
| Antal arter träd/ha | Rekreation och mental och fysisk hälsa | (Totalt 2) 0,67 |
| Antal arter buskar/ha | | 0,67 |
| Antal arter örter/m ² | | 0,67 |
| | Estetiskt värde | (Totalt 2) |
| Simpsons index (1/D) för sångfåglar | | 0,50 |
| Antal arter träd/ha | | 0,50 |
| Antal arter buskar/ha | | 0,50 |
| Antal arter örter/m ² | | 0,50 |

STEG 3. Beräkning av effekt

Effekten beräknas som produkten av mängd indikator och effektivitetsfaktorn, dvs:

$$\text{Effekt} = \text{Klass} \times \text{Effektivitetsfaktor} \quad (1)$$

| Område/scenario: | Klass (från Steg 1) | Effektivitets- faktor (f, från Steg 2) | Beräknad effekt från området (Klass × f) | Maximal möjlig effekt |
|--|------------------------|--|---|--------------------------|
| Ekosystemtjänst (indikator) | | | | |
| Reglerande ekosystemtjänster | | | | |
| Pollinering (bin och humlor) | | | | 30 |
| Vindreduktion (bladyta/ha) | | | | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning (bladyta/ha) | | | | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet (bladyta/ha) | | | | 20 |
| Bullerdämpning (bladyta/ha) | | | | 10 |
| Dagvattenhantering (bladyta/ha) | | | | Tot= Tot (max) = 30 |
| Dagvattenhantering (permeabel yta) | | | | |

| Kulturella ekosystemtjänster | | | | | |
|--|--|--|--|------|----------------|
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | | | | | |
| (Kronyta, täckningsgrad (%)) | | | | Tot= | Tot (max) = 60 |
| (Sångfåglar - Simpson index (1/D)) | | | | | |
| (Antal trädarter/ha) | | | | | |
| (Antal buskarter/ha) | | | | | |
| (Antal örtarter/m2) | | | | | |
| Estetiskt värde | | | | | |
| Sångfåglar (1/D) | | | | Tot= | Tot (max) = 20 |
| (Antal trädarter/ha) | | | | | |
| (Antal buskarter/ha) | | | | | |
| (Antal örtarter/m2) | | | | | |
| Total effekt för området (både reglerande och kulturella ekosystemtjänster) | | | | | 230 |

Bedömning av områdets samlade effekt och eventuell jämförelse med andra områden eller markanvändningsscenarier

Om man bara vill bedöma effekten och inte gå vidare med en värdering kan metoden användas fram till detta steg. Det kan vara aktuellt om man vill bedöma bidraget till ekosystemtjänster från ett specifikt område, jämföra med andra områden eller för en scenarioanalys.

Den maximalt möjliga effekten har delats i tre klasser (lite, medel/måttlig och stor effekt) och kan användas för en grov bedömning av effekten, dvs hur mycket ett område/strategi kan bidra till de ekosystemtjänster som ingår i studien:

- Beräknad möjlig effekt mindre än 60 motsvarar områden med låg (möjlig) effekt
- Beräknad möjlig effekt mellan 60 och 160 motsvarar områden med en måttlig (möjlig) effekt
- Beräknad möjlig effekt större än 160 motsvarar områden med en hög (möjlig) effekt

| Ekosystemtjänst | Beräknad effekt | | | Maximal möjlig effekt |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Område/ scenario 1 | Område/ scenario 2 | Område/ scenario 3 | |
| Pollinering (bin och humlor) | | | | 30 |
| Vindreduktion | | | | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | | | | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet | | | | 20 |
| Bullerdämpning | | | | 10 |
| Dagvattenhantering | | | | 30 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (sammanlagd effekt av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | | | | 60 |
| Estetiskt värde (sammanlagd effekt av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | | | | 20 |
| Total effekt | | | | 230 |

STEG 4. Upplevd betydelse av respektive ekosystemtjänst

I detta steg görs en uppskattning av den upplevda betydelsen av respektive ekosystemtjänst.

Underlag för hur den upplevda betydelsen togs fram:

| Ekosystemtjänst | Resultat undersökning av upplevd betydelse |
|--|---|
| Pollinering (bin och humlor) | |
| Vindreduktion | |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | |
| Förbättrad luftkvalitet | |
| Bullerdämpning | |
| Dagvattenhantering (minskad översvämningsrisk) | |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | |
| Estetiskt värde | |

STEG 5. Nyttan och sammanlagt värdet av ekosystemtjänster

Nyttan är produkten av effekt och den upplevda betydelsen, dvs för varje ekosystem beräknas den möjliga nyttan enligt nedan.

Nytta av respektive ekosystemtjänst = effekt × upplevd betydelse (6)

Det samlade (högsta möjliga) samlade värdet för området är summan av dessa nyttor, dvs

Områdets samlade värde av ekosystemtjänster = \sum Nyttan av respektive ekosystemtjänst (7)

Område/scenario:

| Ekosystemtjänst | Beräknad effekt (från steg 3) | Upplevd betydelse (från steg 4) | Beräknad nytta (Nytta = effekt × upplevd betydelse) | Maximal möjlig nytta |
|--|----------------------------------|------------------------------------|---|----------------------|
| Pollinering (bin och humlor) | | | | 150 |
| Vindreduktion | | | | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | | | | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | | | | 100 |
| Bullerdämpning | | | | 50 |
| Dagvattenhantering | | | | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (samlad nytta av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | | | | 300 |
| Estetiskt värde (samlad nytta av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | | | | 100 |

| | | | | |
|---------------------|--|--|--|-------------|
| Totalt värde | | | | 1150 |
|---------------------|--|--|--|-------------|

Bedömning av områdets samlade värde och eventuell jämförelse med andra områden eller markanvändningsscenarier

Ibland är det aktuellt att bedöma värdet av ekosystemtjänster från ett specifikt område men det kan också vara relevant att jämföra med andra områden eller analysera olika scenarier.

Det maximalt möjliga värdet delas i tre klasser (litet, medel/måttligt och stort) och används för en grov bedömning av områdets samlade värde av de ekosystemtjänster som ingår i studien:

- Beräknat möjligt sammanvägt värde mindre än 300 motsvarar områden med ett lågt värde
- Beräknat möjligt värde mellan 300 och 750 motsvarar områden med ett måttligt värde
- Beräknat möjligt värde större än 750 motsvarar områden med ett högt värde

| Ekosystemtjänst | Beräknad nytta | | | Maximal möjlig nytta |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | Område/ scenario 1 | Område/ scenario 2 | Område/ scenario 3 | |
| Pollinering (bin och humlor) | | | | 150 |
| Vindreduktion | | | | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | | | | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | | | | 100 |
| Bullerdämpning | | | | 50 |
| Dagvattenhantering | | | | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (samlad nytta av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | | | | 300 |
| Estetiskt värde (samlad nytta av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | | | | 100 |
| Totalt samlat värde | | | | 1150 |

Bilaga 2

Basinventering och klassindelning

Basinventering

Antalet arter och individer inom organismgrupperna träd, buskar, örter, bin (honungsbin och vildbin inklusive humlor) och sångfåglar varierar avsevärt inom landet bl.a. beroende på klimatiska förhållanden som påverkar möjligheten för olika arter att etablera sig i lämpliga miljöer. De så kallade "växtzonerna" i Sverige avspeglar delvis möjligheterna för maximal artrikedom hos kärlväxter. Om det redan finns en basinventering för området kan denna användas. Om det inte finns bör en sådan göras. Basinventeringen bör täcka in den biologiska variation som finns inom och i anslutning till staden (tätorten). Det är viktigt att dessa inventeringar utförs på ett standardiserat sätt, så att jämförelser mellan specifika grönområden blir möjliga.

En lämplig utgångspunkt är att en "gradient" av grönområden undersöks, d.v.s. så många olika typer av gröna urbana ytor som möjligt tas med i basinventeringen. Basinventeringen utförs på samma sätt som inventeringen för det aktuella området enligt den beskrivning som finns i handboken.

Resultat av basinventering

| Indikator | Område 1 | Område 2 | Område 3 | Område 4 | Område 5 | Område 6 | Område 7 | Max |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| Bin och humlor (antal individer) | | | | | | | | |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | | | | | | | | |
| Alternativt antal arter sångfåglar | | | | | | | | |
| Antal trädarter/ha* | | | | | | | | |
| Antal buskarter/ha* | | | | | | | | |
| Antal örtarter/m ² | | | | | | | | |

* Observera att artantal för träd och buskar är omräknade till antal per ha. Areal för provtagningsytan är 1256 m² för träd och 314 m² för buskar.

Klassindelning

Klassindelning görs baserat på basinventeringen för ett större område/tätort. När den väl finns tillgänglig kan den användas för flera olika områden och studier därinom och i närliggande områden med liknande förutsättningar.

Klasserna sträcker sig från noll, dvs ingen eller mycket låg förekomst av indikator, till klass 10 (mycket stor förekomst av respektive indikator). För att ta fram högsta värde inom respektive klass är utgångspunkten den högsta förekomsten av respektive indikator. Beräkningen görs något olika för de olika indikatorerna.

För klassindelning av krontäckning (%) och andel permeabel yta (%) är det maximalt möjliga värdet 100 %. För övriga indikatorer baseras indelningen på basinventeringens högsta uppmätta mängd indikator $A(i, max)$, där A kommer från engelskans "Amount".

För ett indikatorerna *individer bin och humlor*, *bladyta per ytenhet*, *andel permeabel yta (%)*, *krontäckning (%)* och *Simpsons inverterade index (1/D)* beräknas maxvärdet för respektive klass n ($n = [0-10]$), enligt nedan:

$$m(n,i) = (n+1) \times s(i) \quad (1)$$

där

$m(n,i)$ är maxvärdet inom klass n , med avseende på indikator i

$s(i)$ är storleken på klassindelningen för respektive indikator (i), och beräknas enligt nedan:

$$s(i) = A(i, max)/11 \quad (2)$$

EXEMPEL

I den basinventering som gjordes i forskningsprojektet vad den högsta uppmätta mängden bladyta 40 849 m²/ha.

$$s(\text{bladyta m}^2/\text{ha}) = 40849/11 = 3713$$

$$m(0, \text{bladyta m}^2/\text{ha}) = 3713$$

$$m(1, \text{bladyta m}^2/\text{ha}) = 7427$$

För klassindelning av indikatorerna *diversitet av arter (träd, buskar, örter, fåglar)* tas hänsyn till att den relativa skillnaden är större för ett fåtal jämfört med ett stort antal samt att det krävs mer än två arter för att det ska vara en diversitet av arter. Klassindelningen görs här på ett annorlunda sätt. För den lägsta klassen, dvs $n=0$, med avseende på diversitet av arter (träd, buskar, örter, fåglar) gäller:

$$m(o,i) = 2 \quad (3)$$

För övriga klasser avseende av diversitet av arter (träd, buskar, örter, fåglar), dvs för $n=1$ till 10 gäller:

$$m(n,i) = n \times s(i)+1, \text{ för } n=1 \text{ till } 10 \quad (4)$$

$$s(i) = (A(i, \text{max})-2)/11 \quad (5)$$

EXEMPEL

I den basinventering som gjordes i forskningsprojektet vad det högsta uppmätta antalet trädarter 74 per ha.

$$s(\text{antal trädarter/ha}) = (74 - 2)/11 = 6,54$$

$$m(o, \text{antal trädarter/ha}) = 2$$

$$m(1) = (2 \times 6,54) + 1 = 14$$

Resultat av klassindelning

| Indikator/Klass | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|--------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| Bin och humlor (antal individer) | | | | | | | | | | | |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | < 3713 | 3 713 - 7 427 | 7 428 - 11 140 | 11 141 - 14 854 | 14 855 - 18 567 | 18 568 - 22 281 | 22 282 - 25 994 | 25 995 - 29 708 | 29 709 - 33 421 | 33 422 - 37 135 | > 37135 |
| Permeabel yta (%) | <8 | 8 - 17 | 17 - 26 | 27 - 34 | 35 - 43 | 44 - 52 | 53 - 61 | 62 - 69 | 70 - 78 | 79 - 87 | > 87 |
| Kronyta (täckningsgrad i %) | <8 | 8 - 17 | 17 - 26 | 27 - 34 | 35 - 43 | 44 - 52 | 53 - 61 | 62 - 69 | 70 - 78 | 79 - 87 | > 87 |
| Sångfåglar (1/D) | | | | | | | | | | | |
| Antal träarter/ha* | | | | | | | | | | | |
| Antal buskar/ha* | | | | | | | | | | | |
| Antal arter av örter/m ² | | | | | | | | | | | |

* Observera att artantal för träd och buskar är omräknade till antal per ha. Areal för provtagningsytan är 1256 m² för träd och 314 m² för buskar.

Bilaga 3

Exempel från två områden i Göteborg

Syfte med studien:

Att jämföra effekten och värdet vid förändrad markförändring av ett område, i det här fallet en tätortsnära skog som den ser ut idag (område/scenario 1A) respektive ett scenario där vegetation tas bort (område/scenario 1B).

I detta exempel ingår också att jämföra effekten och värdet av ekosystemtjänster två olika områden, ovan nämnda tätortsnära skog (område 1A) samt en central park (område 2).

Datum för studien: 2013-2017**Beskrivning av områden/scenarier som ingår i studien*****Område/scenario 1A:***

Tätortsnära skogsområde i Angered, Göteborg (Titteridamm). Skogsområdet vid Titteridamm kan beskrivas som typisk förortsnatur och ligger mellan bostadsområden bestående av småhus och radhus. I dagsläget finns inga planer på att bygga i Titteridamms naturområde, men flera liknande områden i närheten håller på att bebyggas.

Område/scenario 1B:

Tätortsnära skogsområde (område 1) men med ändrad markanvändning. Här har ansatts 25 % mindre bladyta respektive krontäckning och 20 % färre trädarter än vid den ursprungliga markanvändningen.

Område/scenario 2:

Central park i Göteborg (Kungsparken). Kungsparken är en gammal stadspark som anlades redan i mitten av 1800-talet. Den ligger centralt i Göteborg och sträcker sig från Stora teatern vid Kungsporsavenyn bort mot Järntorget. Kungsparkens norra gräns utgörs av Vallgraven. I parken finns många stora och gamla träd.

Sammanfattande bedömning:

.....
Namnförtydligande
Titel och roll i organisationen

.....
Ort/datum

Basinventering och klassindelning

Klassindelning av mängd indikator baserad på den basinventering som gjordes inom forskningsprojektets sju fallstudieområden i Göteborg med ett glesare eller tätare träskikt. Om man tillämpar metoden i andra delar av Sverige bör man utföra basinventeringar som täcker in den biologiska variation som finns inom och i anslutning till staden (tätorten). För klass 0 – 9 anges högsta värdet som ingår i klassen.

| Indikator\Klass | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Bin och humlor (antal individer) | 9 | 19 | 29 | 39 | 49 | 58 | 68 | 78 | 88 | 98 | >98 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | 3713 | 7427 | 11140 | 14854 | 18567 | 22281 | 25994 | 29708 | 33421 | 37135 | >37135 |
| Permeabel yta (%) | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | >90 |
| Krontäckning (%) | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | >90 |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | 1,02 | 2,05 | 3,08 | 4,10 | 5,13 | 6,16 | 7,19 | 8,21 | 9,24 | 10,27 | >10,27 |
| Antal trädarter/ha* | 2 | 14 | 21 | 27 | 34 | 40 | 47 | 53 | 60 | 66 | >66 |
| Antal buskarter/ha* | 2 | 23 | 34 | 45 | 56 | 67 | 78 | 89 | 100 | 111 | >111 |
| Antal örtarter/m ² | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | >18 |

* Observera att artantal för träd och buskar är omräknade till antal per ha. Areal för provtagningsytan är 1256 m² för träd och 314 m² för buskar.

Steg 1. Inventering och klassning

Område 1A: Förortsnära skogsområde i Angered, Göteborg (Titteridamm)

| Indikator | Antal/mängd enligt inventering | Underlag för inventering | Klassning |
|---|--------------------------------|---|-----------|
| Bin och humlor (antal individer) | 36 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson & Federsel, 2014) | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² / ha) | 37 880 | Bearbetad lidar data för Göteborgs stad enligt handboken (se även Klingberg m fl, 2017) | 10 |
| Permeabel yta (%) | 95 | Inventering enligt handboken (se även van Kleef 2017) | 10 |
| Kronyta, täckningsgrad (%) | 95 | Bearbetad lidar data för Göteborgs stad enligt handboken (se även Lindberg m fl och Klingberg m fl, 2017) | 10 |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | 10,5 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 10 |
| Antal träarter/ha | 44 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 6 |
| Antal buskarter/ha | 70 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 6 |
| Antal arter av örter/m ² | 9,5 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 5 |

Område 1B: Förortsnära skogsområde i Angered, Göteborg (Titteridamm) med förändrad markanvändning.

| Indikator | Antal/mängd enligt inventering | Underlag för inventering | Klassning |
|---|--------------------------------|--|-----------|
| Bin och humlor (antal individer) | 36 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson & Federsel, 2014) | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² / ha) | 28410 | 25 % minskning jämfört med ursprunglig markanvändning | 7 |
| Permeabel yta (%) | 95 | Inventering enligt handboken (se även van Kleef 2017) | 10 |
| Kronyta, täckningsgrad (%) | 71 | 25 % minskning jämfört med ursprunglig markanvändning | 7 |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | 10,5 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 10 |
| Antal träarter/ha | 35 | 20 % minskning jämfört med ursprunglig markanvändning) | 5 |
| Antal buskarter/ha | 70 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 6 |
| Antal arter av örter/m ² | 9,5 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 5 |

Område 2: Central park i Göteborg (Kungsparken)

| Indikator | Antal/mängd enligt inventering | Underlag för inventering | Klassning |
|---|--------------------------------|---|-----------|
| Bin och humlor (antal individer/ ha) | 54 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson & Federsel, 2014) | 5 |
| Bladyta per ytenhet (m ² / ha) | 24897 | Bearbetad lidar data för Göteborgs stad enligt handboken (se även Klingberg m fl, 2017) | 6 |
| Permeabel yta (%) | 92 | Inventering enligt handboken (se även van Kleef 2017) | 10 |
| Kronyta, täckningsgrad (%) | 60 | Bearbetad lidar data för Göteborgs stad enligt handboken (se även Lindberg m fl och Klingberg m fl, 2017) | 6 |
| Sångfåglar - Simpson index (1/D) | 8 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 7 |
| Antal träarter/ha | 38 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 5 |
| Antal buskarter/ha | 0 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 0 |
| Antal arter av örter/m ² | 18,3 | Inventering enligt handboken (se även Gunnarsson m fl, 2017) | 10 |

STEG 2. Effektivitetsfaktorer

| Indikator | Ekosystemtjänst | Effektivitetsfaktor (f) |
|--|---|-------------------------|
| Bin och humlor (antal individer) | Pollinering | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Vindreduktion | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Avkylning till följd av skuggning och avdunstning | 3 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Förbättrad luftkvalitet | 2 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Bullerdämpning | 1 |
| Bladyta per ytenhet (m ² /ha) | Dagvattenhantering | 1 |
| Permeabel yta (%) | Dagvattenhantering | 2 |
| Krontäckning (%) | Rekreation och mental och fysisk hälsa | 2 |
| Simpsons index (1/D) för sångfåglar | Rekreation och mental och fysisk hälsa | 2 |
| | Rekreation och mental och fysisk hälsa | (Totalt 2) |
| Antal arter träd/ha | | 0,67 |
| Antal arter buskar/ha | | 0,67 |
| Antal arter örter/m ² | | 0,67 |
| | Estetiskt värde | (Totalt 2) |
| Simpsons index (1/D) för sångfåglar | | 0,50 |
| Antal arter träd/ha | | 0,50 |
| Antal arter buskar/ha | | 0,50 |
| Antal arter örter/m ² | | 0,50 |

STEG 3. Beräkning av effekt

Effekten beräknas som produkten av mängd indikator och effektivitetsfaktorn, dvs:

$$\text{Effekt} = \text{Klass} \times \text{Effektivitetsfaktor} \quad (1)$$

| <i>Område/scenario 1A:</i> Tätortsnära skog | Klass (från Steg 1) | Effektivitets- faktor (f, från Steg 2) | Beräknad effekt från området (Klass × f) | | Maximal möjlig effekt |
|---|------------------------|--|---|--------|--------------------------|
| Ekosystemtjänst (indikator) | | | | | |
| Reglerande ekosystemtjänster | | | | | |
| Pollinering (bin och humlor) | 3 | 3 | 9 | | 30 |
| Vindreduktion (bladyta/ha) | 10 | 3 | 30 | | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning (bladyta/ha) | 10 | 3 | 30 | | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet (bladyta/ha) | 10 | 2 | 20 | | 20 |
| Bullerdämpning (bladyta/ha) | 10 | 1 | 10 | | 10 |
| Dagvattenhantering (bladyta/ha) | 10 | 1 | 10 | Tot=30 | Tot (max) = 30 |
| Dagvattenhantering (permeabel yta) | 10 | 2 | 20 | | |

| Kulturella ekosystemtjänster | | | | | |
|--|----|------|-----|------------|----------------|
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | | | | | |
| (Kronyta, täckningsgrad (%)) | 10 | 2 | 20 | Tot=51,6 | Tot (max) = 60 |
| (Sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 10 | 2 | 20 | | |
| (Antal trädarter/ha) | 6 | 0,67 | 4,1 | | |
| (Antal buskarter/ha) | 6 | 0,67 | 4,1 | | |
| (Antal arter av örter/m ²) | 5 | 0,67 | 3,4 | | |
| Estetiskt värde | | | | | |
| (Sångfåglar – Simpsons index (1/D)) | 10 | 0,5 | 5 | Tot=13,5 | Tot (max) = 20 |
| (Antal trädarter/ha) | 6 | 0,5 | 3 | | |
| (Antal buskarter/ha) | 6 | 0,5 | 3 | | |
| (Antal arter av örter/m ²) | 5 | 0,5 | 2,5 | | |
| Total effekt för området (både reglerande och kulturella ekosystemtjänster) | | | | 194 | 230 |

| Område/scenario 1B: Tätortsnära skog med förändrar markanvändning | Klass (från Steg 1) | Effektivitets- faktor (f, från Steg 2) | Beräknad effekt från området (Klass × f) | | Maximal möjlig effekt |
|--|------------------------|--|---|--------|--------------------------|
| Ekosystemtjänst (indikator) | | | | | |
| Reglerande ekosystemtjänster | | | | | |
| Pollinering (bin och humlor) | 3 | 3 | 9 | | 30 |
| Vindreduktion (bladyta/ha) | 7 | 3 | 21 | | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning (bladyta/ha) | 7 | 3 | 21 | | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet (bladyta/ha) | 7 | 2 | 14 | | 20 |
| Bullerdämpning (bladyta/ha) | 7 | 1 | 7 | | 10 |
| Dagvattenhantering (bladyta/ha) | 7 | 1 | 7 | Tot=27 | Tot (max) = 30 |
| Dagvattenhantering (permeabel yta) | 10 | 2 | 20 | | |

Fortsätt på nästa sida

| Kulturella ekosystemtjänster | | | | | |
|--|----|------|-----|------------|----------------|
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | | | | | |
| (Kronyta, täckningsgrad (%)) | 7 | 2 | 14 | Tot=44,9 | Tot (max) = 60 |
| (Sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 10 | 2 | 20 | | |
| (Antal trädarter/ha) | 5 | 0,67 | 3,4 | | |
| (Antal buskarter/ha) | 6 | 0,67 | 4,1 | | |
| (Antal arter av örter/m ²) | 5 | 0,67 | 3,4 | | |
| Estetiskt värde | | | | | |
| (Sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 10 | 0,5 | 5 | Tot=13 | Tot (max) = 20 |
| (Antal trädarter/ha) | 5 | 0,5 | 2,5 | | |
| (Antal buskarter/ha) | 6 | 0,5 | 3 | | |
| (Antal arter av örter/m ²) | 5 | 0,5 | 2,5 | | |
| Total effekt för området (både reglerande och kulturella ekosystemtjänster) | | | | 157 | 230 |

| Område/scenario 2: Central park | Klass (från Steg 1) | Effektivitets- faktor (f, från Steg 2) | Beräknad effekt från området (Klass × f) | | Maximal möjlig effekt |
|---|------------------------|--|---|--------|--------------------------|
| Ekosystemtjänst (indikator) | | | | | |
| Reglerande ekosystemtjänster | | | | | |
| Pollinering (bin och humlor) | 5 | 3 | 15 | | 30 |
| Vindreduktion (bladyta/ha) | 6 | 3 | 18 | | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning (bladyta/ha) | 6 | 3 | 18 | | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet (bladyta/ha) | 6 | 2 | 12 | | 20 |
| Bullerdämpning (bladyta/ha) | 6 | 1 | 6 | | 10 |
| Dagvattenhantering (bladyta/ha) | 6 | 1 | 6 | Tot=26 | Tot (max) = 30 |
| Dagvattenhantering (permeabel yta) | 10 | 2 | 20 | | |

Fortsätt på nästa sida

| Kulturella ekosystemtjänster | | | | | |
|--|----|------|-----|------------|----------------|
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | | | | | |
| (Kronyta, täckningsgrad (%)) | 6 | 2 | 12 | Tot=36 | Tot (max) = 60 |
| (Sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 7 | 2 | 14 | | |
| (Antal trädarter/ha) | 5 | 0,67 | 3,4 | | |
| (Antal buskarter/ha) | 0 | 0,67 | 0 | | |
| (Antal arter av örter/m ²) | 10 | 0,67 | 6,7 | | |
| Estetiskt värde | | | | | |
| (Sångfåglar - Simpson index (1/D)) | 7 | 0,5 | 3,5 | Tot=11 | Tot (max) = 20 |
| (Antal trädarter/ha) | 5 | 0,5 | 2,5 | | |
| (Antal buskarter/ha) | 0 | 0,5 | 0 | | |
| (Antal arter av örter/m ²) | 10 | 0,5 | 5 | | |
| Total effekt för området (både reglerande och kulturella ekosystemtjänster) | | | | 142 | 230 |

Bedömning av områdets samlade effekt och eventuell jämförelse med andra områden eller markanvändningsscenarioer

Om man bara vill bedöma effekten och inte gå vidare med en värdering kan metoden användas fram till detta steg. Det kan vara aktuellt om man vill bedöma bidraget till ekosystemtjänster från ett specifikt område, jämföra med andra områden eller för en scenarioanalys.

Den maximalt möjliga effekten har delats i tre klasser (lite, medel/måttlig och stor effekt) och kan användas för en grov bedömning av effekten, dvs hur mycket ett område/strategi kan bidra till de ekosystemtjänster som ingår i studien:

- Beräknad möjlig effekt mindre än 60 motsvarar områden med låg (möjlig) effekt
- Beräknad möjlig effekt mellan 60 och 160 motsvarar områden med en måttlig (möjlig) effekt
- Beräknad möjlig effekt större än 160 motsvarar områden med en hög (möjlig) effekt

| Ekosystemtjänst | Beräknad effekt | | | Maximal möjlig effekt |
|---|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Område/ scenario 1A | Område/ scenario 1B | Område/ scenario 2 | |
| Pollinering (bin och humlor) | 9 | 9 | 15 | 30 |
| Vindreduktion | 30 | 21 | 18 | 30 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 30 | 21 | 18 | 30 |
| Förbättrad luftkvalitet | 20 | 14 | 12 | 20 |
| Bullerdämpning | 10 | 7 | 6 | 10 |
| Dagvattenhantering | 30 | 27 | 26 | 30 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (sammanlagd effekt av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 51,6 | 44,9 | 36 | 60 |
| Estetiskt värde (sammanlagd effekt av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 13,5 | 13 | 11 | 20 |
| Total effekt | 194 | 157 | 142 | 230 |

STEG 4. Upplevd betydelse av respektive ekosystemtjänst

I detta steg görs en uppskattning av den upplevda betydelsen av respektive ekosystemtjänst.

Underlag för hur den upplevda betydelsen togs fram:

Medelvärde för angiven betydelse baserat på intervjuer i Göteborgsområdet (se Andersson-Sköld m fl, 2018).

| Ekosystemtjänst | Resultat undersökning av upplevd betydelse |
|--|---|
| Pollinering (bin och humlor) | 3,8 |
| Vindreduktion | 3,8 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 3,8 |
| Förbättrad luftkvalitet | 4,6 |
| Bullerdämpning | 3,7 |
| Dagvattenhantering (minskad översvämningsrisk) | 4,2 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa | 4,4 |
| Estetiskt värde | 4,0 |

STEG 5. Nyttan och sammanlagt värdet av ekosystemtjänster

Nyttan är produkten av effekt och den upplevda betydelsen, dvs för varje ekosystem beräknas den möjliga nyttan enligt nedan.

Nytta av respektive ekosystemtjänst = effekt × upplevd betydelse (6)

Det samlade (högsta möjliga) samlade värdet för området är summan av dessa nyttor, dvs

Områdets samlade värde av ekosystemtjänster = \sum Nyttan av respektive ekosystemtjänst (7)

Område/scenario 1A: Tätortsnära skog

| Ekosystemtjänst | Beräknad effekt (från steg 3) | Upplevd betydelse (från steg 4) | Beräknad nytta (Nytta = effekt × upplevd betydelse) | Maximal möjlig nytta |
|--|----------------------------------|------------------------------------|---|----------------------|
| Pollinering (bin och humlor) | 9 | 3,8 | 34,2 | 150 |
| Vindreduktion | 30 | 3,8 | 114 | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 30 | 3,8 | 114 | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | 20 | 4,6 | 92 | 100 |
| Bullerdämpning | 10 | 3,7 | 37 | 50 |
| Dagvattenhantering | 30 | 4,2 | 126 | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (samlad nytta av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 51,6 | 4,4 | 227 | 300 |
| Estetiskt värde (samlad nytta av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 13,5 | 4,0 | 54 | 100 |

| | | |
|---------------------|------------|-------------|
| Totalt värde | 798 | 1150 |
|---------------------|------------|-------------|

Område/scenario 1B: Tätortsnära skog med förändrad markanvändning

| Ekosystemtjänst | Beräknad effekt (från steg 3) | Upplevd betydelse (från steg 4) | Beräknad nytta (Nytta = effekt × upplevd betydelse) | Maximal möjlig nytta |
|--|--|--|--|-----------------------------|
| Pollinering (bin och humlor) | 9 | 3,8 | 34,2 | 150 |
| Vindreduktion | 21 | 3,8 | 79,8 | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 21 | 3,8 | 79,8 | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | 14 | 4,6 | 64,4 | 100 |
| Bullerdämpning | 7 | 3,7 | 25,9 | 50 |
| Dagvattenhantering | 27 | 4,2 | 113,4 | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (samlad nytta av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 44,9 | 4,4 | 197,6 | 300 |
| Estetiskt värde (samlad nytta av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 13 | 4,0 | 52 | 100 |
| Totalt värde | | | 647 | 1150 |

Område/scenario 2: Central park

| Ekosystemtjänst | Beräknad effekt (från steg 3) | Upplevd betydelse (från steg 4) | Beräknad nytta (Nytta = effekt × upplevd betydelse) | Maximal möjlig nytta |
|--|--|--|--|-----------------------------|
| Pollinering (bin och humlor) | 15 | 3,8 | 57 | 150 |
| Vindreduktion | 18 | 3,8 | 68,4 | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 18 | 3,8 | 68,4 | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | 12 | 4,6 | 55,2 | 100 |
| Bullerdämpning | 6 | 3,7 | 22,2 | 50 |
| Dagvattenhantering | 26 | 4,2 | 109,2 | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (samlad nytta av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 36 | 4,4 | 158,4 | 300 |
| Estetiskt värde (samlad nytta av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 11 | 4,0 | 44 | 100 |

| | | |
|---------------------|------------|-------------|
| Totalt värde | 583 | 1150 |
|---------------------|------------|-------------|

Bedömning av områdets samlade värde och eventuell jämförelse med andra områden eller markanvändningsscenarier

Ibland är det aktuellt att bedöma värdet av ekosystemtjänster från ett specifikt område men det kan också vara relevant att jämföra med andra områden eller analysera olika scenarier.

Det maximalt möjliga värdet delas i tre klasser (litet, medel/måttligt och stort) och används för en grov bedömning av områdets samlade värde av de ekosystemtjänster som ingår i studien:

- Beräknat möjligt sammanvägt värde mindre än 300 motsvarar områden med ett lågt värde
- Beräknat möjligt värde mellan 300 och 750 motsvarar områden med ett måttligt värde
- Beräknat möjligt värde större än 750 motsvarar områden med ett högt värde

| Ekosystemtjänst | Beräknad nytta | | | Maximal möjlig nytta |
|--|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| | Område/ scenario 1A | Område/ scenario 1B | Område/ scenario 2 | |
| Pollinering (bin och humlor) | 34,2 | 34,2 | 57 | 150 |
| Vindreduktion | 114 | 79,8 | 68,4 | 150 |
| Avkylning genom skuggning och avdunstning | 114 | 79,8 | 68,4 | 150 |
| Förbättrad luftkvalitet | 92 | 64,4 | 55,2 | 100 |
| Bullerdämpning | 37 | 25,9 | 22,2 | 50 |
| Dagvattenhantering | 126 | 113,4 | 109,2 | 150 |
| Rekreation och mental och fysisk hälsa (samlad nytta av kronyta, diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 227 | 197,6 | 158,4 | 300 |
| Estetiskt värde (samlad nytta av diversitet av sångfåglar, träd, buskar och örter) | 54 | 52 | 44 | 100 |

| | | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------|-------------|
| Totalt samlat värde | 798 | 647 | 583 | 1150 |
|----------------------------|------------|------------|------------|-------------|

Sammanfattande bedömning

Den tätortsnära skogen har en stor mängd ekosystemtjänster (totalt värde uppgår till 797) och kan klassas som ett område med ett högt ekosystemtjänstvärde (> 750.) Den bidrar med mycket reglerande kulturella ekosystemtjänster. Skogen ligger tillgänglig för såväl närboende som andra besökare och tätorten.

I det fall där 25 % av träden tas bort, minskar det samlade värdet av ekosystemtjänster så att området bedöms endast bidra med ett måttligt värde av ekosystemtjänster (från ett samlat värde av 797 till 647). En så kraftig förändring behöver analyseras genom att ställas i relation till de eventuella nyttor förändringen kan medföra (här görs inte någon sådan analys, eftersom förändringen just nu inte är aktuell). Den behöver också analyseras i förhållande till alternativa möjligheter och lösningar (här görs inte någon sådan analys, eftersom förändringen just nu inte är aktuell).

Även den centrala parken har möjlighet att bidra med ett värde av ekosystemtjänster men värdet bedöms måttligt (584). Området ligger centralt, omgiven av stenstad och nyttjas av många. Det är viktigt att nuvarande värde upprätthålls.

Underlag för inventering

Andersson-Sköld, Y., Klingberg, J., Gunnarsson, B., Cullinane, K., Gustafsson, I., Hedblom, M., Knez, I., Lindberg, F., Ode Sang, Å., Pleijel, H., Thorsson, P., Thorsson, S., 2018. A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services. *Journal of Environmental Management* 205, 274-285.

Gunnarsson, B., Federsel, L. M., 2014. Bumblebees in the city: abundance, species richness and diversity in two urban habitats. *Journal of Insect Conservation* 18, 1185-1191.

Gunnarsson, B., Knez, I., Hedblom, M., Ode Sang, Å., 2017. Effects of biodiversity and environment-related attitude on perception of urban green space. *Urban Ecosystems* 20, 37-49.

Klingberg, J., Konarska, J., Lindberg, F., Johansson, L., Thorsson, S., 2017. Mapping leaf area of urban greenery using aerial LiDAR and ground-based measurements in Gothenburg, Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 26, 31-40.

Lindberg, F., Johansson, L., Thorsson, S., 2013. Träden i staden: Användningen av LiDAR-data för att identifiera urban vegetation. *Mistra Urban Futures Report 2013: 2*.

van Kleef, L., 2017. Valuation of ecosystem services: Storm water retardation- a modelling analysis. Report, University of Gothenburg, February 2017.