

Mångfunktionell grönska är eftersträvävärt i stadsmiljöer där yta ofta är en begränsande faktor. Genom att premiera grönska och vattenmiljöer som fyller flera funktioner och genererar flera ekosystemtjänster kan stadsområdets värden lyftas. (Illustration: Magnus Petersson)

EKOSYSTEMTJÄNSTER I TRÄDGÅRDSSTÄDER OCH KOMPAKTA STÄDER

En jämförelse

EKOSYSTEMTJÄNSTER I TRÄDGÅRDSSTÄDER OCH KOMPAKTA STÄDER

En jämförelse

Efstathia Vlassopoulou, Linda Stafsing och Agneta Persson

Anthesis

2021-05-21

Rapport 2021:12

www.anthesis.se

Sammanfattning

I den här studien har ekosystemtjänster värderats i tre olika scenarier, Trädgårdsstaden, den Kompakta täta staden och den Gamla kompakta staden. Alla tre scenarierna har ungefär samma grönytefaktor (GYF), omkring 0,5. För att få en bild över hur vegetationen kan se ut i de olika scenarierna har olika referensområden som är av liknande karaktär använts. Antaganden kring typer av vegetation har gjorts med hjälp av referenser från verkligheten. Här har träd, buskar, gräs och gröna tak identifierats och beräknats separat för respektive scenario.

Tillgång till grönytor i en urban miljö bidrar till ekosystemtjänster som på många sätt påverkar alla som bor i staden. Ekosystemtjänster kan definieras som ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande, som genererar nyttor vilka bidrar till vår välfärd och livskvalitet. I den byggda miljön kan det t.ex. handla om ekosystemens förmåga att rena luft, reglera lokala temperaturer, ta hand om dagvatten och erbjuda rekreativa och hälsosamma miljöer.

Totalt har elva ekosystemtjänster beskrivits kvalitativt i den här studien, och sju av dem har sedan beräknats med ett monetärt värde. För att kunna omvandla nyttorna till ekonomiska värden har antaganden gjorts, därmed är det fullständiga värdet av ekosystemtjänsten inte observerat. Genom att skilja på typen av vegetation har de enskilda ekosystemtjänster som har analyserats kunnat värderas i respektive scenario. Ekosystemtjänsterna är indelade efter Boverkets verktyg ESTER, och är kategoriserade i stödjande, reglerande, försörjande och kulturella ekosystemtjänster. De ekosystemtjänster som har värderats i konsekvensanalysen är luftrening, reglering av buller, rening och reglering av vatten, matodling, fysisk hälsa, mentalt välbefinnande samt social interaktion.

Resultaten från den samhällsekonomiska konsekvensanalysen visar att det totala värdet för ekosystemtjänsterna i scenariot Trädgårdsstaden är 236 MSEK, för scenariot Den kompakta täta staden är det beräknade totala värdet 213 MSEK och för scenariot Den gamla kompakta staden är det beräknade totala värdet 165 MSEK. Vidare har värdet per capita och värdet per areaenhet bostad beräknats för varje ekosystemtjänst. Det totala värdet för alla de tre beräkningarna är störst för scenariot med Trädgårdsstaden. Det beror främst på att det i Trädgårdsstadsscenarioet finns fler träd än i de andra två scenarierna, att det finns trädgårdar som skapar sociala och hälsomässiga fördelar, mer närhet till grönområden samt att mängden grönytor per person är större. Dock är det verkliga värdet av ekosystemtjänsterna sannolikt betydligt högre eftersom endast delar av värdet har kunnat beräknas.

Den här typen av jämförelser skapar möjligheter till framtida ekonomiska incitament för mer grönytor i urbana miljöer, vilket skulle främja fler ekosystemtjänster. Som resultaten visar skapar värdena från ekosystemtjänsterna såväl ekonomisk, social som miljömässig hållbarhet. Genom att beräkna ett monetärt värde för ekosystemtjänster skapas incitament till fler investeringar i mer grönytor, vilket i sin tur förbättrar den enskilda individens hälsa och välmående samtidigt som det totala värdet på samhällsnivå ökar avsevärt.

Genom att inkludera en värdering av ekosystemtjänster i stadsplanering vägs de ekologiska aspekterna in på ett helt nytt sätt. Det gör det möjligt att beakta fler komponenter i stadsmiljö och hur dessa interagerar med varandra. Dessa aspekter kommer bli avgörande i framtiden för att skapa resilienta urbana miljöer som designas och utvecklas i samspel med naturen.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	5
2.	Ekosystemtjänster i de tre stadstyperna	7
2.1	Bakgrund	7
2.2	Värdering av ekosystemtjänster	7
2.3	Grönytefaktor (GYF)	8
2.4	Krontäckning, andel trädkrona	8
2.5	Permeabel yta, andel gräs och buskar	8
2.6	Avgränsning	8
3.	Ekosystemtjänster tillhandahållna av privata trädgårdar	9
3.1	Avrinningskoefficient och bebyggelsestyp	10
3.2	Skillnader i sociala aspekter mellan en offentlig grönyta och en småhustomt	10
3.3	Gröna tak i urbana miljöer	12
4.	Metod	13
4.1	Förklaring av data	13
5.	Val av ekosystemtjänster för grönytor i stadsmiljö	15
5.1	Stödjande ekosystemtjänster	16
5.2	Reglerande ekosystemtjänster	17
5.3	Försörjande ekosystemtjänster	18
5.4	Kulturella ekosystemtjänster	19
6.	Samhällsekonomisk värdering av direkta ekosystemtjänster	20
6.1	Ekonomisk värdering av ekosystemtjänster	20
6.2	Luftrening, 2.4 enligt Boverket	20
6.3	Reglering av buller, 2.5 enligt Boverket	22
6.4	Rening och reglering av vatten, 2.6 enligt Boverket	23
6.5	Matförsörjning, 3.1 enligt Boverket	24
6.6	Fysisk hälsa, 4.1 enligt Boverket	24
6.7	Mentalt välbefinnande, 4.2 enligt Boverket	25
6.8	Social interaktion, 4.4 enligt Boverket	27
7.	Känslighetsanalys	28
8.	Sammanställning samhällsekonomisk analys	29
9.	Kvalitativ värdering av ekosystemtjänsterna med poängsystem	31
10.	Slutsatser och rekommendationer	33
11.	Referenser	34
	Bilagor 38	
	Bilaga 1 - Referensområden	38
	Bilaga 2 - Scenariernas egenskaper	42

1. INLEDNING

Syftet med denna del av studien är att kvantitativt jämföra de tre studerade stadsutformningsscenarierna utifrån ett ekosystemtjänstperspektiv. För att göra detta används som referensläge en tom area på 64,4ha (på samma sätt som i de andra delarna av denna studie) som byggs upp i två scenarier, antingen som en trädgårdsstad eller som en kompakt stadsdel. Båda scenarierna inkluderar tillräckliga - för deras respektive antal invånare - tjänster och funktioner enligt CityLabs minimikrav för hållbarhet, och en grönytefaktor (GYF) på minst 0,5.

För den kompakta staden har två scenarier skapats; den gamla kompakta staden och den täta kompakta staden. Den första stadsdelens bostadssektor består av 18 Blå Jungfrun kvarter medan den andras består av 30 Blå Jungfrun kvarter. Det vill säga att en förtätning har gjorts av scenariot för den täta kompakta staden, vilket innebär att gröna tak behövs för att kravet på GYF ska kunna nås. (se ”tät kompakt stadsdel”, kapitel 2.4. i (Vlassopoulou, Trädgårdsstäder och hållbarhet: Bostadssektorns LCA, känslighetsanalys, 2020).

Det här använda scenariot för trädgårdsstaden är alternativ A2 som skapades i delrapporten ”Trädgårdsstaden - Variationer av planering”. Det vill säga att trädgårdsstadsområdet består av flera typer av låga bostadshus och ett fyrvånings flerbostadshus. I flerbostadshuset bor 30 procent av det totala antalet boende i Trädgårdsstaden medan resterande 70 procent bor i villorna och radhusen.

När det gäller i anspråkstagen mark för transportinfrastruktur antas i denna rapport samma förutsättningar som användes i rapporten ”Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - transport & mobilitet”. Det vill säga att trädgårdsstadens transportinfrastruktur tar 13 procent av stadsdels mark i anspråk och motsvarande andel i den täta och den gamla kompakta staden är 19 respektive 15 procent. För att skapa ett så objektivt resultat som möjligt används exempel från befintliga stadsdelar i Stockholmsregionen som underlag för beräkningen av ekosystemtjänsters värde. Valet av referensområdena har baserats på följande kriterier:

- Trädgårdsstad:
 - I området dominerar småhus och radhus men det finns också några låga flerbostadshus.
 - Referensområdets befolkningstäthet ska vara så lik den som används i den här rapportens scenario för Trädgårdsstaden (59 personer/hektar) som möjligt.
 - Tre olika referensområden har analyserats och ett medelvärde av de undersökta områdenas data (vegetationstyp i gröna allmänna ytor) har använts.
- Kompakt stad:
 - I området dominerar flerbostadshus i fyra till sex våningar.
 - Referensområdets befolkningstäthet ska vara så lik den som används för den kompakta staden (150 och 90 personer/hektar för den täta respektive den gamla kompakta staden) i den här rapporten som möjligt. För att representera både den täta- och den gamla kompakta stadsdelen har två referensområden med en befolkningstäthet som ligger mellan den täta- och den gamla kompakta stadens befolkningstäthet använts.
 - Två olika referensområden har analyserats och ett medelvärde för undersökta områdena har använts.

Egenskaperna för de referensområden som har använts presenteras i Tabell 1. De scenarier (hypotetiska områden) som används i denna studie har en area på 646 000 m² (= 0,646 km²) med 3 806 invånare för trädgårdsstaden och 9 900 invånare för den kompakta staden (respektive 5 940 för den gamla kompakta staden), dvs en befolkningstäthet på 5 891 invånare/km² för trädgårdsstaden och 15 325 invånare/km² för den kompakta stadsdelen (respektive 9 195 invånare/km² för den gamla kompakta stadsdelen). Bilder som visar de använda referensområdena presenteras i Bilaga 1.

I Bilaga 2 presenteras all information om grönytor och befolkningsmängd för de tre analyserade referensstadsdelarna.

Tabell 1: Referensområden - och deras respektive egenskaper - som används för att uppskatta ekosystemtjänsterna och transportdata för trädgårdsstaden och den kompakta stadsdelen.

	Trädgårdsstad				Kompakta stadsdelar		Tät kompakt	Gammal kompakt
	Bromma trädgårdsstad	Hägersten stadsdel	Duvbo & Rissne ¹	Referens-scenario	Midsommarkransen	Rinkeby	Referens-scenario	Referens-scenario
Area (km ²)	6,8	1,93	2,13	0,65	0,98	1,27	0,65	0,65
Invånare	23 257	10 142	10 796	3 806	11 710	16 693	9 900	5 940
Befolknings-täthet (inv/km ²)	3 420	5 255	5 068	5 891	11 949	13 144	15 325	9 195

1

¹ Duvbo & Rissne har beaktats i denna studie som en och samma stadsdel och medelvärdena av de två områdena har beräknats.

2. EKOSYSTEMTJÄNSTER I DE TRE STADSTYPERNA

2.1 Bakgrund

Nyttor med gröna områden i urbana miljöer är bland annat reducering av urbana värmeöar, bullerreducering, luftkvalitetsförbättrande, biodiversitetsgynnande, trivsel och sociala fördelar. Träd, buskar och gräs bidrar till en mängd olika ekosystemtjänster i urbana miljöer, och har i denna studie uppskattats med hjälp av att mäta hur stor andel vegetation som består av träd respektive låga buskar och gräs (Persson , Wahtra, Persson, Wallhagen, & Eriksson, 2020). Enligt en rapport från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket 2017), visar studier att natur- och parkområdets nytta mätt i ekonomiska bidrag är större än den kostnad de utgör för anläggning och skötsel. Enligt studien var områdena lönsamma även om endast fem ekosystemtjänsters monetära värde uppskattades, dessa fem var reglering av luftföroreningar, reglering av lokal temperatur, hantering av dagvatten, bindning av kol och bidragande till rekreation.

2.2 Värdering av ekosystemtjänster

Syftet med värdering av ekosystemtjänster är att visa på och skapa en förståelse för människors beroende av fungerande och friska ekosystem (Naturvårdsverket, 2015). Genom att belysa och beskriva de värden som är förknippade med ekosystemtjänster kan dess betydelse vägas in i beslutsfattande. Det möjliggör i sin tur för ett långsiktigt hållbart förvaltande av våra gemensamma resurser. Därtill underlättar värdering även för privata och offentliga aktörer att aktivt arbeta med att skapa och stärka tillhandahållandet av ekosystemtjänster. Detta bidrar till såväl ökad välfärd som till en hållbar utveckling. Det finns olika metoder för värdering av ekosystemtjänster såsom kvalitativa beskrivningar, olika poängsystem eller ekonomisk värdering. Ekosystemtjänsters ekonomiska värde kan erhållas genom att undersöka individers preferenser för de nyttigheter som de bidrar med, vilket åskådliggör ekosystemtjänsternas bidrag till samhällsnytta dvs. människors välbefinnande och företagsekonomisk lönsamhet (Naturvårdsverket , 2015).

Ekosystemtjänster genererar ekonomiska värden i termer av såväl användarvärden som icke-användarvärden. Tillsammans utgör dessa två kategorier ett totalt ekonomiskt värde. Användarvärden innebär t.ex. användandet av livsmedel som naturen producerar eller utövandet av rekreation. Icke-användarvärden handlar t.ex. om det värde som människor upplever till följd av blotta vetskapen om att ett ekosystem har god status eller bevaras för framtida generationer. Eftersom många av de värden som ekosystemtjänster genererar inte finns representerade på en marknad tillämpas olika metoder för att åskådliggöra deras ekonomiska värde för människor. Exempelvis kan enkätundersökningar via e-post eller telefon tillämpas, där människor utifrån ett hypotetiskt scenario tillfrågas om sin betalningsvilja för att en viss miljöförändring eller ökad tillgång till en ekosystemtjänst. Detta kan t.ex. handla om att undersöka vad människor är villiga att betala för att återinföra en viss fiskart i en sjö (s.k. Stated Preferences). En annan metod innebär att människors konsumtionsbeteende studeras för att avgöra deras preferenser för olika miljönyttor t.ex. hur avståndet till närmsta park påverkar försäljningspriset på ett hus (s.k. Revealed Preferences). Endast Stated Preferences-metoder kan användas för att uttrycka icke-användarvärden i ekonomiska termer (Persson , Wahtra, Persson, Wallhagen, & Eriksson, 2020).

Vid värdering av ekosystemtjänster är det viktigt att identifiera interaktionen mellan de olika ekosystemtjänsterna för att därmed kunna kartlägga de ekologiska samband som i slutänden leder till nytta för människor (Naturvårdsverket, 2015). För att undvika dubbelräkning är det just den ”slutnytta”, som genereras från de direkta ekosystemtjänsterna som bör värderas. Detta eftersom värdet av de underliggande indirekta ekosystemtjänsterna därmed inkluderas genom att de bidrar till de direkta ekosystemtjänsterna. Vad som betraktas som en indirekt eller direkt ekosystemtjänst kan dock variera beroende på sammanhanget. Stödjande ekosystemtjänster, såsom fotosyntes, biogeokemiska kretslopp och biologisk mångfald, är en förutsättning för att övriga ekosystemtjänster ska fungera och utgör därför vanligen sådana indirekta ekosystemtjänster. Således är det ytterst sällan som dessa värderas separat (Persson , Wahtra, Persson, Wallhagen, & Eriksson, 2020).

2.3 Grönytefaktor (GYF)

Grönytefaktor (GYF) är en faktor som representerar procent av all grönyta inom en area. Denna grönyta kan vara skog, trädgårdar, parker, träd, gröna tak, gröna fasader samt generellt allt inom arean som har vegetation. I dagsläget finns det flera olika metoder för att beräkna grönytefaktorn. Generellt sett syftar alla GYF-modeller till att garantera en viss mängd grönyta i ett område som exploateras (Boverket, 2018). Ett förenklat sätt att definiera GYF för ett område är att ställa krav på andelen area som täcks med vegetation (Tung, 2014) dvs dividera de gröna kvadratmeterna med hela den studerade arean.

Under senare år har det varit ett krav i många kommuner i Sverige att byggaktörer ska använda GYF vid planering för att ”skapa mångfunktionella grönytor på kvartersmark” och det har visats att det är viktigt med integrering av GYF tidigt i planeringsprocessen (c/o city, 2020).

2.4 Krontäckning, andel trädkrona

För att mäta grönytefaktorn i bestämda områden finns det olika metoder 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). T.ex. kan man använda LiDAR-data, men det är också möjligt att uppskatta krontäckning ungefärligt utifrån Google Maps flygfoton med hjälp av det internetbaserade verktyget i-Tree Canopy4. På grund av begränsad omfattning av detta uppdrag har istället antal kvadratmeter krontäckning i denna studie uppskattats med hjälp av Google Earth. Sedan har ett schablonvärde på 25 kvadratmeter krontäckning per träd använts för att räkna ut antalet träd (c/o city, 2020). Anledningen till att man gärna vill uppskatta trädkrontäckning är att det är i trädens kronor det mesta av ekosystemtjänsterna utförs, såsom t.ex. uppsamling av luftföroreningar och vatten, ljuddämpning, estetiskt värde och eventuell matförsörjning (Nowak, 2002).

2.5 Permeabel yta, andel gräs och buskar

Annan grön yta som är intressant att mäta i stadsmiljöer är andel permeabel (genomsläpplig) yta. Denna antas vara allt som inte är berg eller hårdgjord yta inom området, som t.ex. asfalt. Hur effektiv den permeabla ytan är beror på hur genomsläpplig marken är (permabiliteten). CO₂-påverkan från gräs i urbana miljöer kan variera avsevärt. Viss forskning visar t.ex att en gräsmatta som kräver underhåll i form av gräsklippning, näringstillförsel/gödning etc. släpper ut mer koldioxid än vad den kan ta upp under ett år. Dessutom är gräsets koldioxidupptagningsförmåga begränsad under vintermånaderna pga ändrade temperaturer och snötäcke. Därför är gräsmattor som kräver mindre eller ingen form för underhåll att föredra eftersom det kan ge en positiv CO₂-upptagningsförmåga.

2.6 Avgränsning

Den här studien har undersökt värdet av ekosystemtjänster i tre olika bostadsområdesscenarier. Ett scenario med en trädgårdsstad med småhusbebyggelse och två scenarier med kompakta stadsdelar med flerbostadshus i fyra-sex våningar. De studerade scenarierna har ungefär samma grönytefaktor (GYF), men typen av vegetation skiljer sig åt. Referensscenariot för alla fallen är icke-grön yta, dvs noll vegetation. Därigenom kan en jämförelse av värdet av ekosystemtjänsterna göras för att se vad som skiljer sig mellan bebyggelsescenarierna.

3. EKOSYSTEMTJÄNSTER TILLHANDAHÅLLNA AV PRIVATA TRÄDGÅRDAR

Många studier har betonat hur viktig rollen av urban gröninfrastruktur (parker, offentlig grönyta, gröna korridorer, träd i vägar, urbana skog, privata trädgårdar, gröna tak och gröna fasader) kan vara för att främja ekosystemtjänster. (Cameron, o.a., 2012). Däremot kan det finnas betydliga skillnader i värden av ekosystemtjänsterna för de olika gröna ytorna. En viktig del av grönstrukturen är privata trädgårdar, och frågan är om deras ekosystemtjänsters värde skiljer sig åt från värdet av de offentliga grönyttorna och vilka ekosystemtjänster som dessa kan tillhandahålla.

I trädgårdsstäderna är privata trädgårdar en viktig del av grönstrukturen, och därför kan de spela en avgörande roll i det urbana ekosystemet (Schneider, Strohbach, App, & Schröder, 2020). Dock är de ekosystemtjänster som kan tillhandahållas av en privat trädgård både beroende på trädgårdens storlek och kvalitet (Schneider, Strohbach, App, & Schröder, 2020) och beroende av boendes attityder, och därför är det de boendes åtgärder som kan bidra till ett ökat eller minskat värde av ekosystemtjänsterna. ”Exempelvis ger blommande växter under olika säsonger mat åt bin och andra pollinerare medan gräsklippning och alltför noggrann städning minskar mångfalden i trädgården.” (Upplands Väsby kommun, 2016).

Det innebär att privata trädgårdarnas bidrag till artrikedomen beror på ett antal olika aspekter: omgivningen, typ och varianter av växter, skötsel av trädgården, närhet till naturen m.m.

Forskning från Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) har visat att den genomsnittliga svenska trädgården utgörs av 49 procent klippt gräsmatta och 11 procent vildvuxen trädgård (Sjöberg, 2013). Men enligt de intervjuer som genomfördes inom ramen av studien (Sjöberg, 2013) med trädgårdsägare som besökte den Nordiska Trädgårdsmässan 2012 har de flesta svenska trädgårdar många förutsättningar att gynna biologisk mångfald. Resultatet av studien hänvisade till behov för omvandling av kortklippta gräsmattor i trädgårdar till artrika biotoper (Sjöberg, 2013).

Det finns ett antal studier som visar att privata trädgårdar kan tillhandahålla värden som liknar de värden som offentliga gröna ytor genererar (Mahmoudi Farahani, Maller, & Phelan, 2018). Det finns också forskning som visar att privata trädgårdar utgör en viktig oas för vilda växter och djur både i tätort och på landsbygden (Sjöberg, 2013). Vidare har det i en studie som genomfördes vid Stockholms universitet visats att trädgårdar och andra mindre grönområden kan skapa förutsättningar till att bevara arter på ett lika bra sätt som ett större sammanhängande område, förutsatt att det inte är stora avstånd mellan de mindre grönområdena (Sjöberg, 2013).

Förutom dessa aspekter är det faktum att invånare har tillgång till privata trädgårdar viktigt ur ett ekologiskt perspektiv eftersom det ger dem möjlighet att enkelt ta hand om kompost (organiskt avfall) och därigenom använda det till odlingsaktiviteter. På så sätt kan en positiv påverkan skapas från organiskt avfall (Åkesson, 2008). Privata trädgårdar kan på så sätt främja odling för privat konsumtion (Upplands Väsby kommun, 2016).

Dessutom kan egen odling enkelt skapa både en känsla av tillhörighet och en bättre förståelse för den naturliga miljön, vilket skapar förutsättningar för både en bättre social och ekologisk miljö eftersom boende är mer engagerande. Enligt (Centervall, 2012) visar forskning ett positivt samband mellan odling och människans förmåga till förståelse för komplexa natursamband, något som skapar en upplevelse av delaktighet och mening (Centervall, 2012). Enligt (Rådberg, 1994) är det lättare att engagera invånare i mer småskalig bebyggelse i att införa kompostering och källsortering än invånare i storskaliga områden (Åkesson, 2008).

Ytterligare en positiv aspekt av trädgårdar är lindring av den urbana värmeöeffekten genom att det finns träd och vegetation i närheten av husen.² Vegetation i anslutning till hus kan också bidra till lägre lufthastighet, och därmed en minskning av husens energianvändning (Cameron, o.a., 2012). Dessutom är dagvattenhantering en viktig ekosystemtjänst som trädgårdar tillhandahåller, men omsorg bör vidtas när det gäller vattning och kemikalieanvändning i trädgården (Cameron, o.a., 2012).

3.1 Avrinningskoefficient och bebyggelsestyp

En studie från Svenskt Vatten Utveckling (SVU) (Tegelberg & Svensson, 2013) har analyserat områden (med arean 10-30 ha) med olika bebyggelsestyper i syfte att beräkna avrinningskoefficienten för de olika områdenas bebyggelsestyp. Sex bebyggelsestyper studerades, dessa sex är:

- slutet byggnadssätt utan vegetation
- slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri och skolområden
- industri- och skolområden
- öppet byggnadssätt (flerfamiljshus)
- radhus/kedjehusområde och
- villaområde med tomter <1 000 m²)

Det kan antas att det scenario med trädgårdsstaden som används i denna rapport motsvarar SVUs radhus/kedjehusområden, och att denna rapports scenario med tät kompakt stad kan antas motsvara det slutna byggnadssättet med planterade gårdar, industri- och skolområden i SVUs studie, och denna studies tidigare scenario för den gamla kompakta staden kan antas motsvara SVUs studies öppna byggnadssätt.

Studien visade att den lägsta avrinningskoefficienten finns i den bebyggelsestyp som motsvarar vårt scenario för trädgårdsstaden ($\varphi=0,36$), medan avrinningskoefficienten för scenariot för den täta kompakta staden är $\varphi=0,58$ och för den gamla kompakta staden $\varphi=0,47$.³ Dock har scenariot som motsvarar den täta kompakta staden inga gröna tak. Om gröna tak skulle integreras så skulle sannolikt avrinningskoefficienten för scenariot med den täta kompakta staden vara på samma nivå som för scenariot med den gamla kompakta staden. Något som dock inte ingår i SVU- studien är befolkningstäthet för dessa områden. Så resultatet kan inte antas vara helt representativt för denna studie, men det är ändå värdefullt för att se hur olika bebyggelsestyper påverkar dagvattenhanteringsförmågan.

3.2 Skillnader i sociala aspekter mellan en offentlig grönyta och en småhustomt

Generellt tillhandahållas de flesta grönytor i trädgårdsstadsscenariot av privata trädgårdar medan det i scenarierna för de kompakta städerna finns en betydligt större andel offentliga grönytor. Detta innebär däremot inte att det inte finns några allmänna grönytor i en modern trädgårdsstad, planteringar längs gator och gröna offentliga ytor är en naturlig del av konceptet trädgårdsstad (Åkesson, 2008). Men hur skiljer sig det estetiska värdet och värdet av mentalt och fysiskt välbefinnande (rekreation, fysisk hälsa, lugn) som en offentlig grönyta åt från motsvarande värden från en privat trädgård?

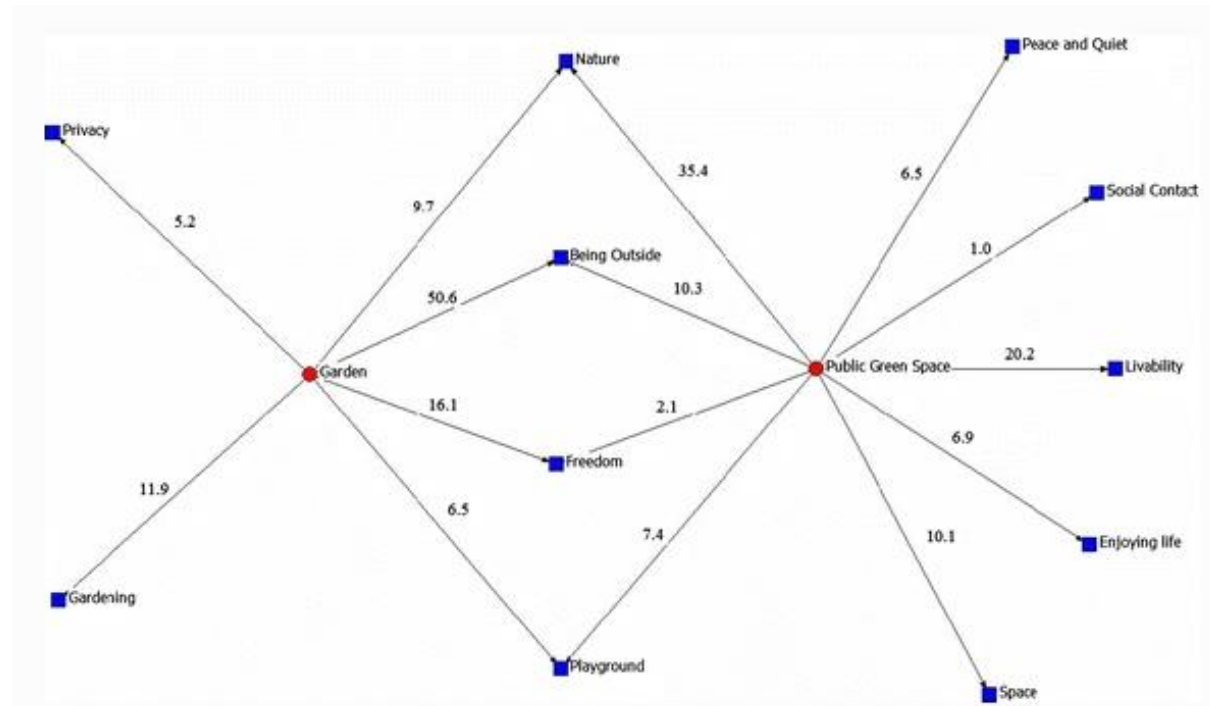
För att en gård i ett bostadskvarter ska vara tillräckligt attraktiv för invånarnas behov av vistelse i gröna områden bör den vara av hög kvalitet och med högt ljusinsläpp (Stockholms Stad, 2015). Detta behov av vistelse i gröna områden kan inte enkelt uppfyllas i höghusområden, även om de små fria grönytor kan skapa en attraktivare miljö och bidra till de reglerande och stödjande ekosystemtjänsterna (Stockholms Stad, 2015).

² Värmeöeffekten (urban heat island) innebär att staden som struktur och dess verksamheter gör att temperaturerna blir högre där än för omgivande områden. [webbFaktablad_49.pdf \(smhi.se\)](#)

³ Avrinningskoefficient: Ett mått på den maximala andelen av ett område som kan bidra till avrinningen. Anges som ett tal mellan noll och ett. Områden med mycket hårdgjord yta får en hög avrinningskoefficient. Även lutningen påverkar. <https://vaguiden.se/2013/01/ordlista-med-dagvattenrelaterade-uttryck/>

I forskningsstudier som genomfördes i England (Bernadini & Irvine, 2007) respektive Nederländerna (Coolen & Meesters, 2012) undersöktes om privata trädgårdar kan ersätta de offentliga grönytor och vice versa när det gäller aspekter som kan relateras till social hållbarhet. Resultatet visade att de två typerna av grönområden har olika fördelar och att de täcker olika behov, och att de därför inte kan ersätta varandra. Privata trädgårdar är en plats där boende kan uttrycka personliga värderingar medan offentliga parker är värdefulla för att de kan främja social interaktion. I en studie som genomfördes av (Coolen & Meesters, 2012) gjordes en undersökning för att jämföra vilka aspekter som personer i Nederländerna värderar högst i privata respektive offentliga grönytor i urbana miljöer.

När det gäller vilka värden som de två typerna av grönytor kan ge presenteras undersökningens resultat (Coolen & Meesters, 2012) i Figur 1. Det framgår att det finns vissa unika värden för båda typer grönytor, för privata trädgårdar är det att ha tillgång till ett eget avgränsat och ostört grönområde och att kunna sysselsätta sig med trädgårdsarbete medan för de offentliga grönytorna främst är att de bidrar till liv och rörelse i stadsdelen. Vidare undersöktes hur boende värderar dessa värden, och det var tydligt att meningen ”njuta av livet” och att det är enkelt att vara utomhus var de två viktigaste värdena av de privata trädgårdarna. För de offentliga grönytorna var de viktigaste aspekterna sådana som relaterar till delade naturmiljö (Coolen & Meesters, 2012).



Figur 1: "Relative frequencies of shared and unique affordances of the private garden and public green space. Källa: WoON 2006⁴, Module Consumer Behavior, Ministry of the Interior and Kingdom Relations..

Den slutsats som drogs av Coolen och Meesters studie var att privata trädgårdar inte kan ersättas av allmänna grönytor eftersom trädgårdar har unika värden. Den viktigaste fördelen med privata trädgårdar är att de boende kan vara utomhus i en egen naturmiljö där de kan känna sig fria och njuta av livet. Men de allmänna grönytorna i närheten ger en naturkänsla och de bidrar till stadsdelens liv och rörelse och därigenom hjälper boende att njuta av livet.

Ett liknande resultat avseende vilka kvaliteter som trädgårdar tillhandahåller presenterades i studien (Sjöberg, 2013) där ett antal intervjuer genomfördes med trädgårdsägare som besökte den Nordiska

⁴ WoON: Nederländernas bostadsundersökning <https://data.overheid.nl/dataset/woon>

Trädgårdsmässan 2012. Det framgick av studien att det viktigaste för de flesta av intervjupersonerna är att trädgården skall vara en plats för harmoni, njutning och avkoppling och att den är vacker samt lättskött och funktionell (Sjöberg, 2013).

En annan intressant social aspekt som framkom i en studie genomförd av Fritidsodlarnas Riksförbund är att trädgårdsskötsel bland vuxna är den vanligaste fritidssysselsättningen utomhus efter promenader (Björkman, 2012).

3.3 Gröna tak i urbana miljöer

Vegetation på tak har begränsad möjlighet att bidra med ekosystemtjänster jämfört med vegetation på marken eftersom grönytor på tak saknar koppling till underliggande jordlager som kan bidra med näringsämnen och vatten. Däremot är tak en underutnyttjad yta som kan ge ett extra tillskott till grönska och biologisk mångfald i stadsmiljö. Med anpassade val av växter, tillräcklig tjocklek på växtbäddar och tillgänglighet för människor kan urbana ekosystemtjänster skapas och bli en del av stadens grönska. Det blir allt vanligare att tak i storstäderna nyttjas för grönytor, bland annat för att skapa odlingsmöjligheter som ökar självförsörjningsgraden. Vidare kan ekosystemtjänster också ge kulturella kvaliteter som främjar rekreation och hälsa samt ger möjlighet för sociala mötesplatser (Eriksson, 2018).

4. METOD

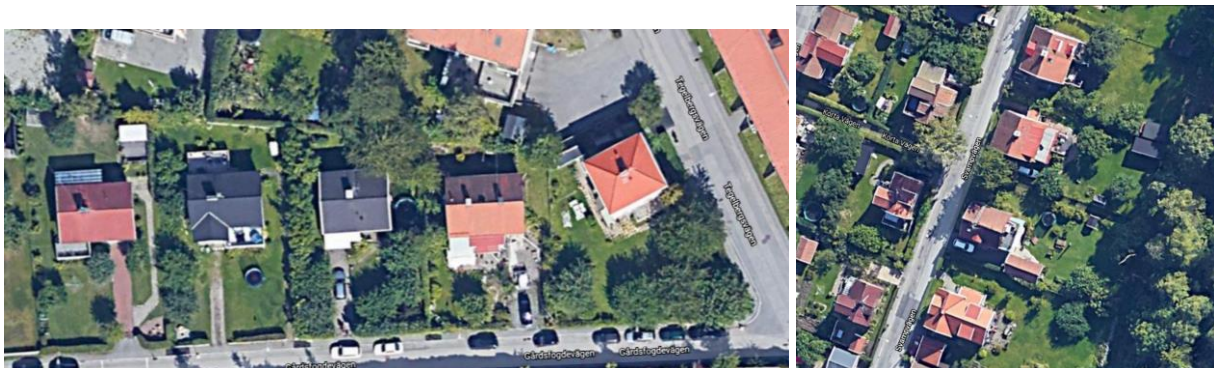
4.1 Förklaring av data

I inledningen beskrevs vilka referensområden som har valts och vilka kriterier som användes för dessa val. Det har också nämnts att samma antaganden för i anspråkstagen mark för transportinfrastruktur som på delrapporten ” Trädgårdsstäder VS kompakta städer - transport & mobilitet” har använts i denna delstudie. Det gör att grönytefaktorn (GYF) har förändrats för de tre studerade scenarierna eftersom transportinfrastrukturen i dessa två delrapporter antas ta 13 procent av stadsdels mark i anspråk i trädgårdsstaden, 15 procent i den gamla kompakta staden respektive 19 procent i den täta kompakta staden. Därmed blir $GYF=0,54$ för trädgårdsstaden, $0,53$ för den gamla kompakta staden och $0,50$ för den täta kompakta staden. För att kunna nå $0,5$ för den sistnämnda, behöver byggnadernas takarea som täcks av gröna tak öka från 70 procent (som användes i de tidigare delstudierna) till 86 procent.

Eftersom alla tre stadsutformningsscenarierna har ungefär samma GYF, dvs liknande storlek på arean som täcks med grönytor, enligt den förenklade definitionen av GYF som har antagits i denna studies ram,⁵ behövs en kategorisering av vilken typ av vegetation som finns i respektive scenario för att kunna analysera ekosystemtjänsterna. Av den anledningen undersöktes vilka typer av vegetation som är vanliga i trädgårdar (se Figur 2) för att kunna analysera hustomterna i trädgårdsstaden, samt vilken typ av vegetation som finns i de Blå Jungfrun kvarter som Skanska har byggt i södra Stockholm (se Figur 3) för att kunna analysera bostadstomten för scenarierna för de kompakta stadsdelarna. Val av vegetation för radhusens tomter visas i Figur 4.

För den typ av vegetation som har antagits finnas på de allmänna grönytor (som inte tillhör i hustomterna) har medelvärden från referensområdenas vegetation använts, med andelar av de gröna allmänna ytorna som utgörs av träd, gräs och buskar. I scenariot med den täta kompakta stadsdelen inkluderas också gröna tak på 86 procent av byggnadernas tak area så att den önskade grönytefaktorn $> 0,5$ kan nås. De gröna taken antas vara energitak, med begränsad mängd vegetation. Mängden gräs, träd och buskar som används i kalkylerna presenteras för alla stadsdelar i Bilaga 2. En uppskattning av bullernivån för båda scenarierna har också gjorts med hjälp av de valda referensområdena, som presenteras i Bilaga 1.c.

För jämförelses skull analyserades även ekosystemtjänsterna för scenariot med den gamla kompakta staden. Samma antaganden har i detta fall använts för grönskan på grönområdena intill byggnaderna som i scenariot för den täta kompakta staden. Skillnaden är att de grönytor som finns på de gröna taken i scenariot med den täta kompakta staden ligger på marken i scenariot för den gamla kompakta staden.



Figur 2: Villor tomterna i Bromma och i Gamla Enskede.

⁵ GYF har i denna studie förenklats antagits vara kvoten mellan gröna kvadratmeter och hela den studerade arean.



Figur 3: Blå Jungfrun kvarter. Kvartersgränsen markeras med gul linje & Figur 4: Radhus. Tomtgränsen markeras med svart linje.

5. VAL AV EKOSYSTEMTJÄNSTER FÖR GRÖNYTOR I STADSMILJÖ

Tillgång till grönytor i urbana miljöer bidrar till ekosystemtjänster som på många sätt påverkar alla de som bor staden. Ekosystemtjänster kan definieras som ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande, som genererar nyttor vilka bidrar till vår välfärd och livskvalitet. I den byggda miljön kan det handla om ekosystemens förmåga att rena luft, reglera lokala temperaturer, ta hand om dagvatten och erbjuda rekreativa och hälsosamma miljöer. Dessa nyttor kan i sin tur omvandlas till ekonomiska värden, som analyseras längre ner i rapporten.

Beroende på hur ekosystemtjänsterna bidrar till människors välbefinnande delas de vanligen in i grupperna stödjande, reglerande, försörjande och kulturella ekosystemtjänster (Figur 5). Exempel på nyttor från försörjande ekosystemtjänster är vatten, livsmedel och bioenergi. De reglerande ekosystemtjänsterna bidrar till människors välbefinnande genom reglering av naturliga processer såsom flödesreglering, vattenrening samt reglering av luftkvalitet och lokalt klimat. Från de kulturella ekosystemtjänsterna får vi icke-materiella värden genom möjlighet till rekreation och inspiration. Stödjande ekosystemtjänster är förutsättningen för samtliga övriga ekosystemtjänster. Stödjande ekosystemtjänster utgörs t.ex. av ekologiska samspel och biologisk mångfald som också visas i Figur 5.⁶

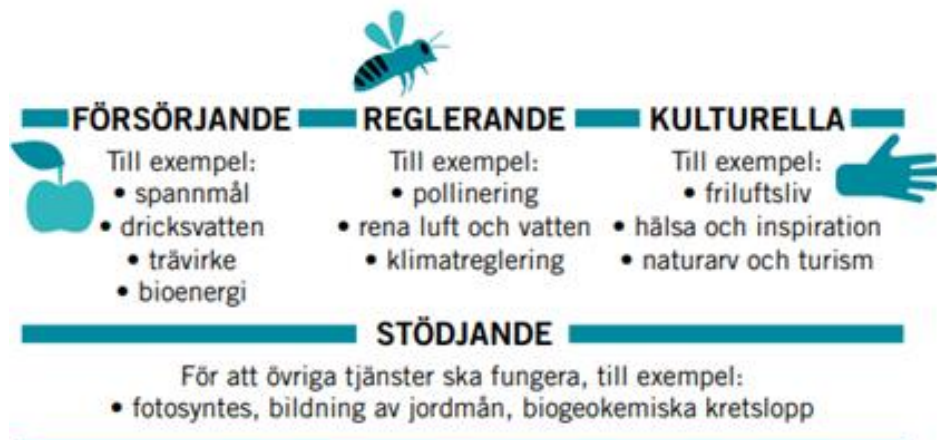
Vid identifieringen av vilka ekosystemtjänster som kan genereras i scenarierna för *Trädgårdsstaden*, *Den tätta kompakta staden* samt *Den gamla kompakta staden* har Boverkets indelning och beteckningar enligt ESTER-verktyget använts.⁷ ESTER är utvecklat för att göra ekosystemtjänstanalyser. Det ska också tilläggas att c/o city's vägledning för ekosystemtjänster i stadsplanering (Keane, et al., 2020) har tagits i beaktande. De ekosystemtjänster som analyseras i den rapporten överensstämmer till stor del med de som valts av Boverket i ESTER. Indelningen av ekosystemtjänster är den samma i båda rapporterna medan benämningen på ekosystemtjänsterna i varje underkategori skiljer sig en liten aning. Ekosystemtjänsternas nyttor delas in i direkta och indirekta tjänster beroende på om ett monetärt värde kan uppskattas eller inte. Det är endast ett urval ekosystemtjänster där ett monetärt värde har varit möjligt att identifiera med tillgängliga data. De utvalda icke-monetära ekosystemtjänsterna fyller en viktig funktion i stadsmiljön, och beskrivs kvalitativt eftersom det inte varit möjligt att få fram underlag för en monetär värdering. Utöver de nedan listade kan andra ekosystemtjänster förekomma om rätt förutsättningar ges.

1. **Stödjande ekosystemtjänster**
 - 1.1 Biologisk mångfald
 - 1.2 Ekologiskt samspel
 - 1.4 Naturliga kretslopp
2. **Reglerande ekosystemtjänster**
 - 2.1 Reglering av lokalklimat
 - 2.4 Luftrening
 - 2.5 Reglering av buller
 - 2.6 Rening och reglering av vatten
 - 2.7 Pollinering
3. **Försörjande ekosystemtjänster**
 - 3.1 Matförsörjning
4. **Kulturella ekosystemtjänster**
 - 4.1 Fysisk hälsa
 - 4.2 Mentalt välbefinnande

⁶ Gällande kategorisering av "biologisk mångfald" så skiljer sig litteraturen åt. Flera erkända klassificeringssystem för ekosystemtjänster har valt att tolka vikten av variationsrikedom bland levande organismer som en förutsättning för alla ekosystemtjänster, medan Naturvårdsverket (2017) kategoriserar upprätthållande av biologisk mångfald som en stödjande ekosystemtjänst, vilket också är fallet i föreliggande rapport.

⁷ <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/ester/>

4.4 Social interaktion



Ekosystemtjänster kategoriseras oftast som försörjande, reglerande, kulturella och stödjande tjänster.

Figur 5: Naturvårdsverkets illustration av kategorisering av ekosystemtjänster (Naturvårdsverket, 2015).

5.1 Stödjande ekosystemtjänster

Stödjande ekosystemtjänster är förutsättningen för att övriga ekosystemtjänster ska fungera, exempelvis fotosyntes, jordmänsbildning och biogeokemiska kretslopp.

1.1 Biologisk mångfald

Biologisk mångfald är en viktig ekosystemtjänst eftersom den är en förutsättning för andra ekosystemtjänster. Detta innebär att den utgör en så kallad stödjande ekosystemtjänst. Biologisk mångfald är exempelvis en förutsättning för fungerande pollinering och skadedjursreglering, den stärker de kulturella upplevelsetjänsterna, förser oss med naturmediciner, stärker vattenrening och ser till att ekosystemen kan återhämta sig efter störningar som är såväl naturliga som orsakade av människor, d.v.s. ökar den bebyggda miljöns totala motståndskraft och återhämtningsförmåga för extremväder, klimat- och miljöförändringar. För gröna ytor finns förutsättningar för positiv inverkan på den biologiska mångfalden genom att anlägga artrika växtmiljöer och strukturer som gynnar främst insekter och fåglar (boplatser och födomiljöer).

1.2 Ekologiskt samspel

Genom att skapa en sammanhängande och varierad grönstruktur kan spridningsmöjligheter främjas och därmed även en rad andra ekosystemtjänster som är beroende av det ekologiska samspelet. Om det finns många gröna ytor med biologisk potential i ett område ökar mängden fungerande ekosystemtjänster mer än proportionellt med arealökningen, eftersom det ges möjligheter för synergieffekter som exempelvis en fungerande metapopulationsdynamik. Av samma anledning kan en mix av tak, andra grönytor och trädgårdar ge samma gynnsamma effekt på mängden tillgängliga ekosystemtjänster. Det är därför bra att se en grön yta som en del i en större helhet och ta hänsyn till omkringliggande grönstrukturer när man planerar för biologisk mångfald.

1.4 Naturliga kretslopp

Gröna element i stadsmiljöer möjliggör naturliga kretslopp av vatten, kol och näringsämnen, genom energi- och materialflöden. Löv som faller på marken bryts ner av organismer som lever på att bryta ner organisk substans. Småfåglar reglerar förekomsten av insekter genom att äta dem och gröna växter producerar syre och fångar upp koldioxid tack vare fotosyntes. Allt detta tack vare bland annat vattnets kretslopp, fotosyntes, kvävet kretslopp och nybildande av jord. Om gröna områden behöver gödslas på grund av tunt substrat eller näringskrävande växter är det viktigt att ta hänsyn till gödslingens

miljöpåverkan. Vid produktion och transport av konstgödsel sker utsläpp av föroreningar och vid regn kan det även innebära läckage av näringsämnen till dagvattensystemet eller intilliggande områden, beroende på vilket system som grönområdet är sammankopplat med.

5.2 Reglerande ekosystemtjänster

Reglerande tjänster är mer specifika tjänster som natursystemen tillhandahåller. Denna grupp innefattar alla de tjänster som produceras via naturens egen reglering av kritiska processer, genom att till exempel rena luft och vatten, reglera lokalt och globalt klimat, förhindra översvämningar och jorderosion, rena vatten och pollinera grödor och vilda växter (Colding & Marcus, 2013).

2.1 Reglering av lokalklimat (vindreduktion och avkylning till följd av skuggning och avdunstning)

Vegetation hjälper till att reglera temperatur och påverkar även luftfuktighet och vindhastighet. Risken för värmeböljor i stadsmiljöer, som till stor del är hårdgjorda och därmed värmealstrande, kan effektivt mildras med hjälp av strategiskt planerad vegetation (Persson, Wahtra, Persson, Wallhagen, & Eriksson, 2020). Träd, grönområden, vattendrag och dammar kan både fungera som luftrenare och temperatursänkare i staden. En förutsättning är att de placeras strategiskt och integreras med stadens bebyggelse och omnejd. Grönstruktur i städerna såsom gräsmattor, träd eller gröna tak sänker temperaturen både inomhus och utomhus under sommarmånaderna tack vare dess skuggande effekt. Dessutom skyddar det från skadlig UV-stålning (Boverket, 2010).

Urbana värmeöar⁸ är ett växande problem i många storstäder runt om i världen. En studie från London har undersökt åtta olika parker i storlekarna 0,2-12,1 ha för att mäta temperaturskillnader för områden i anslutning till parkerna. Som mest uppmättes det att temperaturen kunde vara 1 °C lägre för områden i anslutning till parkerna. Storleken på parken påverkade hur stor temperaturskillnaden blev, där en större park har mer effekt. Det ska tilläggas att effekten är högre om sommaren än vad den är om vintern. Även andra studier som studerat små parker i Tel Aviv och Seoul har uppmätt en kylande effekt i anslutning till grönområdet, där skillnader på upp till 3,6 °C har uppmätts. Till detta hör också att trädkronor har en större effekt än t.ex. vegetation på marken som är lägre än 1 meter. Större parker har generellt sett fler större träd och mer varierande växtlighet än mellanstora och små parker, där växtligheten är mer begränsad. Trots att större parker har bevisat högre effekt på nedkylningsförmåga för omkringliggande område, visar även flera studier att små parker också har en märkbar effekt (Aram, Higuera Garcia, Solgi, & Mansournia, 2019). Detta gäller även i mindre trädgårdar med gräsmatta och annan vegetation, som bidrar till uppkomsten av vindar och som silar vinden, vilket hjälper till att sänka temperaturen under heta dagar och motverka urbana värmeöar (Naturvårdsverket, 2017).

2.4 Luftrening samt upptag och inlagring av kol

Vegetation har förmågan att ta upp luftföroreningar och filtrera luften samtidigt som den tar upp och binder koldioxid. Ekosystemen reglerar klimatet genom att de binder och därmed lagrar växthusgaser, däribland koldioxid. Träd och växter fångar upp koldioxid från atmosfären och binder kolet i sina vävnader. De växter som binder kolet under längre tid, t.ex. träd, har större effekt på klimatet. Om trädet eller annan växt skördas eller huggs ner, bryts kolet ner relativt snabbt och kolet går därmed ner i jorden (Naturvårdsverket, 2017). De små partiklar som finns i luften som bland annat svaveloxider (SO_x), kväveoxider (NO_x) och PM₁₀ (partiklar mindre än 10 mikrometer) till följd av bland annat utsläpp från vägtrafik och industrier kan orsaka problem med hälsan. Luftföroreningar beräknas årligen orsaka 5 500 för tidiga dödsfall i Sverige (Naturvårdsverket, 2015).

2.5 Reglering av buller - ljudkvalitet

Grönytor i stadsmiljö har en god förmåga att minska ljudnivån från omgivningens buller. Växtbeklädda markytor, tak och väggar gör att ljudet inte studsar på samma sätt som på släta ytor, och därmed reduceras spridningen av ljudet. Grönstrukturer i staden kan även ha en indirekt påverkan på ljudet genom att vinden påverkas och fågelsång, prasslande löv eller porlande bäckar maskerar bullret så att

⁸ Värmeöeffekten (urban heat island) betyder att staden som struktur och dess verksamheter gör att temperaturerna blir högre där än för omgivande områden. webbFaktablad_49.pdf (smhi.se).

det upplevs mindre störande.⁹ Grönstruktur kan även påverka ljudkvaliteten indirekt genom att den ändrar vindriktningen, temperaturen och luftfuktigheten.

2.6 Rening och reglering av vatten

Den nederbördsmängd som idag faller över svenska städer är så stor att avloppssystemen i dagsläget ofta är underdimensionerade. Utöver detta är faktorer som påverkar avloppssystemen negativt den ökande befolkningen som urbaniseringen leder till samt ökande nederbördsmängder på grund av klimatförändringarna. Avloppssystem och deras reningsförmåga fungerar bäst när flödet är jämnt, och det toppflöde som regn utgör magasineras i fördröjningsmagasin för att behålla flödet till reningsverken så jämnt som möjligt. Både att bygga nya och rusta upp befintliga avloppssystem är dyrt och komplicerat, därför vill många kommuner hitta andra lösningar för att hantera dagvattenhanteringen. Det är därför som gröna områden i urbana miljöer erbjuder lösningar för hållbar dagvattenhantering. Gröna genomträngliga ytor kan genom sin vattenhållande förmåga ta upp nederbörd, fördröja avrinningen till avloppssystemen och genom avdunstning återföra vatten till atmosfären (Ignatieva, 2017). Olika slags vegetation har olika vattenhållningsförmåga. Gräs, buskar och träd har alla olika förutsättningar, men även för t.ex. olika trädarter skiljer sig vattenhållningsförmågan.

2.7 Pollinering av humlor och bin

Insekter och vind pollinerar växtligheten, vilket är avgörande för utveckling av frön, frukter och grönsaker. Många grödor är helt beroende av att insekterna pollinerar. Ett ensartat landskap, t.ex. en stad, är ett hot mot pollinatörerna, därför är det viktigt med mångfald (Naturvårdsverket, 2017). Om det finns odlingar i närheten som gynnas av pollinatörer skulle värdet av pollineringen kunna uppskattas genom marknadsvärdesmetoden. Vanligtvis skulle då värdet av pollineringsstjänsten för de aktuella grödorna uppskattas med hjälp av en produktionsfunktion där kvoten för respektive grödas beroende av insektpollinering (t.ex. $\frac{1}{4}$) multipliceras med dess totala marknadspris (Breeze, Bailey, Potts, & Blacombe, 2015). Eftersom det här rör sig om pollinatörer i gröna element i stadsmiljö vilka normalt sett befinner sig långt ifrån odlingar kan det dock ej ses som troligt att dessa värden uppkommer. Däremot bidrar bevarandet eller gynnandet av pollinatörer till andra nyttor för människor genom blotta vetskapen om att pollinatörer existerar (s.k. icke-användarvärden) samt genom att de t.ex. gynnar tillväxten och mångfalden av blommor och träd, vilket bidrar till ökade estetiska värden (Hanley, Breeze, Ellis, & Goulson, 2015).

5.3 Försörjande ekosystemtjänster

Försörjande tjänster beskriver olika överföringar av material eller energi från ekosystemen. Som exempel kan nämnas mat.

3.1 Matförsörjning

Grönytor skapar förutsättningar för olika ekosystem som i sin tur ger förutsättningar för att odla livsmedel, såsom fruktträd, bär, mindre odlingar av grönsaker eller dylikt. Livsmedelsproduktionen i svenska städer står för en liten del av den totala konsumtionen. Men olika slags stadsodlingar kan generera inkomster till dem som odlar, genom att livsmedel växer genom naturliga processer, som sedan kan skördas och nyttjas direkt eller säljas på en marknad. Att odla mat på tak nyttjas allt mer och även övergivna industrilokaler med lite ljus och svalare temperaturer kan användas till bland annat svampodlingar (Naturvårdsverket, 2017).

Däremot kan matodling i trädgårdar antas ha fler möjligheter och man kan utföra fler slags odlingar, då det är lättare att sköta om eftersom odlingarna ligger i anslutning till bostaden. Förutom positiva ekonomiska effekter av odling i den egna trädgården, visar forskning att dessa positiva effekter är långt fler än bara ekonomiska. Som exempel kan nämnas att man tenderar att äta mer sunt, det dämpar stress och ger ökad fysisk aktivitet. Dessutom har odling i anslutning till hemmet visats ge minskad risk för demens och motverka barnfetma.

⁹ <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/buller/>

5.4 Kulturella ekosystemtjänster

Kulturella ekosystemtjänster är alla former för immateriella fördelar som vi människor får från ekosystemen genom exempelvis reflektion, estetiska upplevelser och kognitiv utveckling (Naturvårdsverket, 2017). De kulturella tjänsterna är därmed starkt knutna till mänskliga värden, värderingar och beteendemönster (Colding & Marcus, 2013). Grönska i städer har också stor betydelse för den sociala sammanhållningen i lokalområdet. Studier visar att brist på grönska i städer skapar en känsla av ensamhet, exkludering och brist på socialt sammanhang. Dessutom visar data från Spacescape som Boverket har tillgång till att fastighetsvärdet tydligt avspeglar att det är attraktivt att bo i anslutning till en park eller annat grönområde.¹⁰

4.1 Fysisk hälsa

Grönska och vatten i stadsmiljöer är av väldigt stor betydelse för en hållbar stadsutveckling, och bidrar med värden som är avgörande för människors hälsa och livskvalitet. Forskning har sedan lång tid visat att vistelse i park eller grönområde påverkar människors hälsa och livskvalitet positivt, både fysiskt och psykiskt. Här kan typ av markvegetation, mängden träd, estetiska värden såsom exempelvis synligt vatten, möjlighet till social interaktion och rekreation bedömas. Det framkommer i rapporten *Rekreation och Psykisk hälsa* (Norling, 2001) att rekreation har positiva effekter på människans stresstolerans, fysik och minskad förekomst av depression, kärleksjukdom och ångest.

Trots det faktum att rekreation i gröna miljöer är livsviktiga är det svårt att säkerställa värdet av dessa kvaliteter. Troligtvis beror det på svårigheten att mäta dessa värden på en operativ nivå. Viktigt att poängtera är att det inte bara är större parker som ger dessa positiva effekter, utan även små trädgårdar, träd på gator och små gröna plättar i stadsmiljö bidrar till att kroppen återhämtar sig (Wallentin & Nordzell, 2017). En annan viktig slutsats från Maria Ignatieva som forskat på grönområden i stadsmiljö är att det är önskvärt med en mängd olika grönområden som kan ge möjligheter till olika sinnen, såsom ljud, lukt, beröring och syn (Ignatieva, 2017).

4.2 Mentalt välbefinnande

Världshälsoorganisationen (WHO) (World Health Organization, 2017) definierar hälsa som ett stadie av fysisk, mental och socialt välmående och inte endast som frånvaro av sjukdom eller svaghet. Forskning inom hälsa tack vare tillgång till gröna ytor är omfattande. Allt mer forskning visar på samband mellan tillgång till olika slags grönytor i ens lokalområde och människors hälsa och välmående. Begränsad tillgång till grönytor har effekt på fetma, Typ II diabetes och stressrelaterade sjukdomar såsom depression, trötthet och hjärtsjukdomar. Dessutom bevisar forskning att tillgång till grönytor höjer humöret och kan förbättra ens fysiska hälsa såsom; lägre kolesterolvärden samt lägre puls och blodtryck. Därmed visar en mängd forskning på att grönytor kan minska hälsorisker för människor som bor i stadsmiljöer.

4.4 Social interaktion

Social kontakt anses vara en möjlig faktor bakom sambandet mellan grönytor och förbättrade hälsoeffekter, tack vare möjligheten att ses med människor i ens närområde. Att delta i sociala sammanhang i grönområden uppmuntrar till fysisk aktivitet, minskad stress och gladare humör. Genom att skapa möjligheter för social interaktion tack vare grönytor kan man minska risk för isolering eller känsla av ensamhet, skapa en känsla av tillhörighet och samhörighet samt öka tilliten mellan människor i grannskapet. Därmed har urbana grönytor en direkt koppling till den uppfattade livskvaliteten hos människor bosatta i stadsmiljöer (World Health Organization, 2017).

¹⁰ <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/naturen/attraktivt/>

6. SAMHÄLLSEKONOMISK VÄRDERING AV DIREKTA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Tabell 2: Summering av gröna ytor för de tre studerade stadsdelsscenerierna.

Totala gröna ytor inom stadsdel					Totalt	Totalt utan gröna tak
	Gräs (m ²)	Träd (m ²)	Buskar (m ²)	Gröna tak (m ²)		
Gammal kompakt stadsdel	216195	72233	33634	0	322062	
Tät kompakt stadsdel	163002	73332	24866	42210	303410	261200
Trädgårdsstad	127678	150579	52647	0	330905	

6.1 Ekonomisk värdering av ekosystemtjänster

I följande avsnitt presenteras ekonomiska värden för de ekosystemtjänster som kunnat uppskattas i utvalda urbana grönområden. Dessa har sammanställts baserat på en litteraturgenomgång av relevanta källor, framförallt forskningsrapporter och tidskriftsartiklar, men också i dialog med forskare vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Studierna har antingen undersökt hur ekosystemtjänster tillhandahållna av gräs, buskar, träd och gröna tak levererar nyttor i kvantitativa mått genom att använda sig av indikatorer t.ex. upptag av luftföroreningar per m², eller vad människor är villiga att betala för tillgång till grönområden, alternativt undvikta kostnader för samhället tack vare naturliga tjänster från ekosystemtjänsten. Därtill presenteras så kallade generiska schablonvärden.

Endast värden som är möjliga att använda för värdeöverföring till de olika gröna elementen har inkluderats i den bedömning som har gjorts inom uppdraget. Värdeöverföring kan tillämpas för att sätta ett värde på de tjänster som naturen producerar när det inte är möjligt att genomföra primära värderingstudier inom ramen för ett projekt. Det bör dock noteras att detta är det näst-bästa alternativet, eftersom primära värderingstudier anpassade till den specifika platsen eller situationen i de allra flesta fall är att föredra. Överföring av värden från tidigare studier är således i regel förknippat med stor osäkerhet (Naturvårdsverket, 2015). Även standardiserade schablonvärden bör tolkas med försiktighet. Underlaget som använts är baserat på studier från platser som delvis skiljer sig från de specifika referensområden som beskrivs i denna rapport. Det beror delvis på att referensområdena endast är hypotetiska. Istället har studier valts där platserna kan anses vara likvärdiga med områdena runt om Stockholm, bland annat med skiftande årstider och temperaturer.

6.2 Luftrening, 2.4 enligt Boverket

En studie från the American Society for Horticultural Science (Zirkle, Lal, & Augustin, 2011) har studerat koldioxidupptagningsförmågan för gräsmattor i USA, och har här inte gjort skillnad på olika sorters gräs. Den genomsnittliga koldioxidupptagningsförmågan för en kvadratmeter gräsmatta var 0,345 kg CO₂ per år. Eftersom studien har mätt ett genomsnitt för olika platser i USA för olika parker bedöms värdet kunna användas som schablon i vår analys. Dock har det varit svårt att finna exakta värden för gräsmattors förmåga att ta upp Sox, Nox och PM10, till stor del på grund av att gräsmattor kan ha mycket olika karaktär samt beroende på hur man sköter gräsmattan och låter den växa. Efter samtal med forskare vid Sveriges Lantbruksuniversitet kring gräsmattors upptagningsförmåga har det i denna studie antagits att gräsmattor har två gånger så hög upptagningsförmåga som gröna tak uppskattats ha utifrån beräkningar i rapporten Ett Tak - Fem möjligheter (Persson, Wahra, Persson, Wallhagen, & Eriksson, 2020). Skillnaden beror till stor del på att gräsmattan är belägen på marken och därmed har större substratdjup, vilket i sin tur ger bättre upptagningsförmåga i jorden. Eftersom gräsmattan är i kontakt med marken hela tiden har den dessutom större kapacitet året runt, vilket också ger bättre förutsättningar för

biodiversitet. Det ska dock nämnas att uppskattningen har gjorts med försiktighetsprincip på grund av brist på data, värdena kan därför troligtvis vara högre. Beräkningarna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3:Upptagningsförmåga luftföroreningar.

Hur	Kvantifiering		Ekonomisk värdering
Träd - upptag av luftföroreningar som bidrar till minskade skador på människor och miljö.	Luftförorening	kg/m ² /år	SEK ₂₀₁₉ /kg
	Svaveldioxid (SO _x)	0,001*	31*
	Kvävedioxid (NO ₂)	0,0016*	92*
	PM ₁₀	0,004**	205**
	* Genomsnittlig upptagningsförmåga hos träd i 55 olika städer i USA. (Crane & Nowak, 2006) ** (Marthe & et. al, 2015)		*ASEK, 2018 **Noring et al. 2014 se Prisdatabas sam. ek. schablonvärden Samtliga värden gäller för regionala effekter.
Gräs & buskar - upptag av luftföroreningar som bidrar till minskade skador på människor och miljö.	Luftförorening	kg/m ² /år	SEK ₂₀₁₉ /kg
	Svaveldioxid (SO _x)	0,0039	31*
	Kvävedioxid (NO ₂)	0,001	92*
	PM ₁₀	0,002	205**
	Genomsnittligt värde mellan (Yang, Yu, & Gong, 2008) och (Currie & Bass, 2008). Här antas upptagningsförmågan från gräs och buskar vara 2 gånger så hög som för ett grönt tak, efter diskussioner med forskare vid SLU.		*ASEK, 2018 **Noring et al. 2017 se Prisdatabas sam. ek. schablonvärden Naturvårdsverket. Samtliga värden gäller för regionala effekter.
Gröna tak - Upptag av luftföroreningar som bidrar till minskade skador på människor och miljö.	Luftförorening	kg/m ² /år	SEK ₂₀₁₄ /kg
	Svaveldioxid (SO _x)	0,00195	31*
	Kvävedioxid (NO ₂)	0,0005	92*
	PM ₁₀	0,001	205**
	Yang et al., 2008 - Höga skattningar Currie & Bass, 2008 - Låga skattningar. Ett genomsnitt av dessa är använt.		*ASEK, 2018 **Noring et al. 2017 se Prisdatabas sam. ek. schablonvärden Naturvårdsverket. Samtliga värden gäller för regionala effekter.
Gräs, buskar och träd - upptag och lagring av koldioxid (CO ₂) som minskar den globala uppvärmningen och därmed klimatrelaterade skador.	Typ av grön yta	kg CO ₂ /m ² /år	7 SEK ₂₀₂₀ /kg (kommande ASEK-revidering ¹¹)
	Grönt tak	0,26*	
	Gräs och buskar	0,345**	
	Träd	6***	
	* (Getter, Rowe, Robertson, Cregg, & Andresen, 2009) ** (Zirkle, Lal, & Augustin, 2011) *** (Ariouma, Ottelin, Hautamäki, Tuhkanen, & Mänttari, 2021)		

¹¹ https://www.trafikverket.se/contentassets/1160ae4fe6504bba8e3629eee4b60d7c/rapport-regeringsuppdrag-verka-for-battre-forutsattningar_trv-2018-93267.pdf

6.3 Reglering av buller, 2.5 enligt Boverket

Tabell 4: Reglering av buller

Hur	Kvantifiering	Ekonomisk värdering
Minskning av buller från vägfordon.	Minskning i dB. För alla tre scenarierna Den täta kompakta staden, Den gamla kompakta staden samt Trädgårdsstaden har det uppskattats en reducering med 3 dB (från 62,5 dBA till 59,5 dB). Uppgifterna är baserade på data om bullernivåer i referensområdena*.	Undvikt kostnad för buller 6483 SEK/person/år, se Tabell 5.
	* http://stockholm.2d.bullerkarta.se/ Ett medelvärde för varje scenario har använts. Se Bilaga 1c för exakta bilder över områdena.	

Tabell 5: Kostnad för buller från vägtrafik (störningseffekter och hälsoeffekter) vid vistelse utomhus och inomhus. Prisnivå 2014. Källa: ASEK, 2018.

Bullernivå (dB)	Kostnad för buller från vägtrafik (SEK/person/år)	Marginalkostnad vägtrafik (SEK/person/år)
50	155	
51	483	328
52	985	502
53	1 660	675
54	2 508	848
55	3 529	1021
56	4 723	1194
57	6 091	1368
58	7 700	1609
59	9 469	1769
60	11 439	1970
61	13 595	2156
62	15 952	2357
63	18 509	2557
64	21 254	2745
65	24 185	2931
66	27 317	3132
67	30 649	3332
68	34 182	3533
69	37 905	3723
70	41 845	3940
71	45 972	4127
72	50 300	4328
73	54 828	4528

6.4 Rening och reglering av vatten, 2.6 enligt Boverket

Tabell 6: Rening och reglering av vatten (Främst flödesreglering).

Hur	Kvantifiering	Ekonomisk värdering	
<p>Gröna ytor på marken bidrar till minskade dagvattenflöden genom sin vattenhållande förmåga, vilket leder till undvikta kostnader för rening av avloppsvatten.</p> <p><i>Antagande: Dagvattnet leds via kombinerade ledningar till ett reningsverk.¹²</i></p>	<p>Vattenhållningsförmåga som procentandel av total nederbörd, se Tabell 7</p> <p>i) Hårdgjord yta har 0 % vattenhållningsförmåga. Därmed leder en grönyta till minskade dagvattenflöden motsvarande mellan 53-62 %, mätt i m³.</p>	Undvikt kostnad för avloppsrening i SEK ₂₀₁₇ /m ³	
		Sverige ¹³	1-4
		(Baresel, Magnér, Magnusson, & Olshammar, 2017)	
		Undvikt kostnad för avloppsrening i EURO ₂₀₁₃ /m ³	
		Stockholm	0,2
Göteborg	0,2		
Malmö	0,4		
(Stockholm vatten m. fl, 2013)			
<p>Energitak bidrar till minskade dagvattenflöden genom sin vattenhållande förmåga, vilket leder till undvikta kostnader för utsläpp av Fosfor (P) och Kväve (N) till vattenmiljöer.</p> <p><i>Antagande: Dagvattnet leds i separata ledningar till närliggande vattendrag.</i></p>	<p>Vattenhållningsförmåga som procentandel av total nederbörd, se Tabell 7.</p> <p>Mängd P respektive N per liter dagvatten.¹⁴</p>	Undvikt kostnad för utsläpp av P och N till vattenmiljöer i SEK ₂₀₁₉ /kg	
		Fosfor (P)*	8 087
		Kväve (N)**	78
		Naturvårdsverkets prisdatabas	
		*Genomsnittligt värde för Bottenhavet/Norra Östersjön. ¹⁵ Värdet gäller minskad tillförsel av fosfor till sjöar och vattendrag (som ej uppnår god status). **Gäller för hela Sverige. Värdet gäller minskad tillförsel av kväve till kusten (Östersjön inkl. Kattegatt).	

¹² Ofta transporteras dagvattnet i separata ledningar till närmaste sjö eller vattendrag, men i äldre stadskärnor avleds dagvattnet ofta genom s.k. kombinerade ledningar och hamnar då i reningsverken där det renas ihop med övrigt avloppsvatten (Svenskt Vatten: <https://www.svenskvatten.se/fakta-om-vatten/avloppsfakta/>).

¹³ Reningskostnaderna i SEK/m³ räknades fram genom summan av annuitetskostnader och årliga driftkostnader som delas med det totala årliga behandlade vattenflödet genom reningsverket. Kostnaden varierar dock kraftigt beroende på teknik och anläggningsstorlek. (Baresel et al., 2017).

¹⁴ <https://anthesis.se/wp-content/uploads/2018/12/Samhallsekonomisk-analys-av-VA-system-i-Norra-Djurgardsstaden.pdf>

¹⁵ <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/samhallsekonomisk-analys/Prisdatabas-samhallsekonomiska-schablonvarden-2018-02-20.xlsx>

Tabell 7: Relation mellan vegetationstyp och vattenhållande förmåga.

Typ av vegetation	Årlig genomsnittlig vattenhållningsförmåga i % av total nederbörd
A-jord (vanlig växtjord för plantering av buskar och träd) Källa: (Gabrielsson & Stål, 2020)	53
Träd (Lindträd) Källa: (Brinck, 2019)	62
Gröna tak (Energitak) Källa: (Livingroofs, 2021)	40
	<p><i>Antagande:</i></p> <p><i>Total årlig nederbörd är ett genomsnitt av årlig nederbörd i Sverige*.</i></p> <p><i>*SMHI.</i></p>

6.5 Matförsörjning, 3.1 enligt Boverket

Tabell 8: Matförsörjning från en trädgård.

Hur	Kvantifiering	Ekonomisk värdering
<p>En trädgård kan bidra till odling av frukt och grönsaker som ger minskade utgifter för mat, för en familj boende i friliggande hus med tillhörande trädgård.</p> <p><i>Antagande i) den täta kompakta staden och Den gamla kompakta staden har inte tillgång till egen trädgård. Kolonilotter som erbjuder odlingsmöjligheter antas ligga utanför det avgränsade scenariot.</i></p>	<p>Genomsnittligt värde per m² trädgård. Värdet är baserat på ekonomiska kostnader och nyttor av en egen grönsaksodling i anslutning till hemmet.</p> <p><i>Antagande i) Endast en del av en trädgård används till odling av en familj på fyra personer.</i></p> <p><i>Antagande ii) Hemmaodling kan bidra till att en familj sparar utgifter på mat, men för att värdet ska bli positivt har kostnader i förbindelse med underhåll och materialinköp exkluderats.</i></p>	<p>Undvikt kostnad för matutgifter/m²</p> <p>0,88 USD₂₀₁₃</p> <p>Källa (Langellotto, 2014)</p>

6.6 Fysisk hälsa, 4.1 enligt Boverket

Det finns olika metoder att uppskatta värde på rekreation. Ett exempel är att mäta ökad ohälsa hos befolkningen till följd av brist på gröna områden, och därmed uppskatta vad den ökade ohälsan kostar samhället årligen. Ett annat sätt är fastighetsvärdemetoden som baseras på hur priserna påverkas av närliggande grönområden. En tredje metod är att använda sig av så kallade scenariometoder där betalningsviljeundersökningar är en vanligt förekommande metodik. Genom att uppskatta människors betalningsvilja för förändringar utifrån deras nuvarande situation (t.ex. tillgång till grönområden) kan ett monetärt värde appliceras, i det här fallet på grönområden.

I en enkätstudie som gjordes bland Sveriges befolkning år 2000 ställdes frågor rörande vilket avstånd man föredrog till rekreationsskog samt hur stor betalningsviljan var för att undgå längre avstånd. Resultaten visade att de som var nöjda med nuvarande avstånd hade i genomsnitt 700 meter till sin närmsta

rekreationsskog, och den genomsnittliga betalningsviljan för att undvika en fördubbling av avståndet uppgavs vara 1 693 SEK/år ¹⁶ (Hörnsten & Fredman, 2000) Se tabell 9.

Tabell 9: Betalningsvilja för tillgång till grönområden i urbana miljöer.

Hur	Ekonomisk värdering	Kvantifiering
Betalningsvilja för rekreationsskog.	Det totala värdet av rekreationsskog hos invånarna i respektive stadsdel uppskattas genom betalningsvilja/person och år multiplicerat med antalet invånare. Baserat på en enkätundersökning från hela Sverige.	1 693 SEK/person och år*. *(Hörnsten & Fredman, 2000).

6.7 Mentalt välbefinnande, 4.2 enligt Boverket

För att lyfta fram mental hälsa och hur detta kan skilja sig mellan scenarierna har olika värden som skiljer scenarierna åt belysts. Baserat på det dataunderlag som finns tillgängligt kan grönytorna särskiljas med hjälp av att mäta mängden träd, där Trädgårdsstaden har betydligt fler träd än de andra två scenarierna, liksom tillgång till egen trädgård. Forskning från England har undersökt hälsoeffekter till följd av närhet eller tillgång till gröna områden, där tillgång till egen trädgård kunnat mätas (Diabetologia, 2015). I studien har cirka 6 500 barn i åldrarna 3-7 år undersökts, och resultaten visar att de barn som inte har tillgång till en egen trädgård löper betydligt större risk för övervikt. Vidare forskning från Karolinska Institutet visar att barnfetma leder till ökad risk för tidig död, både till följd av psykisk och fysisk ohälsa. Denna statistik har kunnat användas för analys av mental hälsa för de tre scenarierna, för att beräkna vilka långsiktiga effekter tillgången eller avsaknaden till en egen trädgård kan ha.

Ett annat sätt att mäta mentalt välbefinnande från grönytor är att mäta det estetiska värdet. En metastudie från Adelaide University i Australien (Killicoat, Puzio, & Stringer, 2002) har uppskattat olika värden från träd, bland annat estetiska värden. Analysen är baserad på data över den årliga genomsnittliga nyttan för ett typiskt träd i urban miljö i Adelaide. Värdet är estimerat baserat på en mängd globala studier, men författarna understryker att ett betydligt högre värde av ett träd skulle vara möjligt om en platsanalys skulle genomföras. Eftersom studien är så pass omfattande antas värdet för ett träd vara applicerbart på andra städer, men värdet ska tolkas med försiktighet.

¹⁶ Omräknat till 2019 års värde, <https://www.ekonomifakta.se/fakta/ekonomi/finansiell-utveckling/rakna-pa-inflationen/>

Tabell 10: Värdet av mentalt välbefinnande (estetiska värden samt värdet av för tidig död till följd av övervikt).

Hur	Ekonomisk värdering	Kvantifiering
Träd är natursköna och tillhandahåller därför estetiska/sceniska nyttor till människor, vilket ökar vårt välbefinnande.	Estimeringen är baserad på mätvärden från andra studier i städer med liknande klimat som Adelaide. Mätningarna uppskattar den genomsnittliga årliga estetiska nyttan av ett typiskt urbant träd.	Estetiska/sceniska nyttor av träd i AUS ₂₀₀₂ /m ²
		65*
		<i>Antagande:</i> i)Värdet av ett genomsnittligt träd i Adelaide, Australien utifrån en global metastudie. ii) Ett genomsnittligt värde baserat på densitet, storlek, ålder, art diversitet samt avstånd till trädkronan. * (Killicoat, Puzio, & Stringer, 2002)
Gröna ytor på marken såsom gräs och buskar är natursköna och tillhandahåller därför estetiska/sceniska nyttor till människor, vilket ökar vårt välbefinnande.	Uppskattat värde per m ² grön urban yta. Antagande om lågt pris då en liten park har beräknats. Värdet blir högre om det är en stor park. Då avstånd till grön yta skiljer sig mellan bostäderna har endast det låga priset använts som proxy.	Estetiska/sceniska nyttor av gräs och buskar i Euro ₂₀₁₁ /m ²
		20*
		<i>Antagande: Utifrån totala värdet invånarna lägger på små parker har sedan sceniska nyttorna/estetiska värdet isolerats från andra värden i gröna urbana miljöer. Här har data från bostadsförsäljningar i Helsingfors analyserats utifrån närhet till olika typer av parker. Utifrån detta har sedan effekter analyserats av ökad mängd urbana grönområden i Helsingfors.</i> *(Nurmi, Votsis, Perrels, & Lehvävirta, 2016)
Gröna tak är natursköna och tillhandahåller därför estetiska/sceniska nyttor till människor, vilket ökar vårt välbefinnande.	Simulering med antagandet om en lika fördelning av gröna tak över det vidare stadsområdet i Helsingfors, där 10 % av taken i det centrala affärsområdet görs gröna.	Estetiska/sceniska nyttor av gröna tak i EURO ₂₀₁₁ /m ²
		0-10*
		<i>Antagande:</i> i) Gröna tak innehar ett värde i de affärsområdena med lägst andel statsgrönt. ii) Det estetiska/sceniska värdet ligger nära det för en liten park, exkluderat användarvärden. iii) Det genomsnittliga marginalvärdet av den ökade mängden statsgrönt närmar sig noll för den sista simulerade gröna takinstallationen eftersom mängden statsgrönt då är mindre knapp. * (Nurmi, Votsis, Perrels, & Lehvävirta, 2016)
Värdet av barns förbättrade hälsa tack vare tillgång till egen trädgård som minskar risken för för tidig död.	Estimeringen är baserad på studier från barn i England och Sverige. Man har följt barn under uppväxten där man haft en kontrollgrupp (barn utan tillgång till trädgård) och en experimentgrupp (barn med trädgård). 38% större risk för övervikt för barn utan trädgård*. 0,55% större risk för överviktiga barn att dö för tidigt**.	VSL (värdet av ett statistiskt liv): 40,5 miljoner SEK/dödsfall. ASEK 7.0*.
		<i>Antagande:</i> i) Trafikverkets VSL-värde används oberoende av åldern på de statistiska liv som går förlorade ¹⁷ . ii) Då detta värde är specifikt för trafikolycka, ska det tolkas med försiktighet. Men det är svårt att skatta sammanhangsfaktorer som kan justera för olika typer av mortalitetsrisker, varför värdet trots allt kan anses vara representativt. * (Trafikverket, 2020)
	* (Diabetologia, 2015) ** (Lindberg, Danielsson, Persson, Marcus, & Hagman, 2020)	

6.8 Social interaktion, 4.4 enligt Boverket

Tabell 11: Social interaktion.

Hur	Ekonomisk värdering	Kvantifiering
Tillgång till privat trädgård bidrar till ökad social interaktion, genom bl.a. utomhusaktiviteter och trädgårdsarbete.	Medelpriser för småhus i hela Sverige år 2019. Källa: SCB.	2 264 000 SEK ₂₀₁₉ * *SCB ¹⁸
	Enligt studie från Storbritannien har bostadsprisers värde simulerats med hjälp av flertalet miljöparametrar, där tillgång till privat trädgård för småhus kunnat isoleras och därmed beräknas separat.	1,01* % ökning i priset per bostad. * (Mourato & Mendes Resende, 2014)
	Antagande: Trädgårdar används som proxy för social interaktion, då det kan antas att fler människor träffas och umgås vid vistelse i grönområde (World Health Organization, 2017).	*Antagande: i) Det kan antas att värdet av en tillhörande trädgård för småhus i Sverige är inräknat i medelpriset. Men för att undvika dubbelräkning så används endast detta värde för social interaktion och inte som en uppskattning av ytterligare värde på bostaden för att småhuset har en tillhörande trädgård. ii) I beräkningarna antas att ett småhus (friliggande småhus och radhus) har tillgång till både privat trädgård och offentlig grönyta.
Tillgång till offentlig grönyta bidrar till ökad social interaktion genom bl.a. utomhus- och fritidsaktiviteter.	Medelpriser för lägenheter i hela Sverige år 2019. Källa: SCB.	2 317 000 SEK ₂₀₁₉ * *SCB ¹⁹
	Enligt studie från Storbritannien har bostadsprisers värde simulerats med hjälp av flertalet miljöparametrar, där tillgång till offentlig grönyta för bostäder kunnat isoleras och därmed beräknas separat.	1,04* % ökning i priset per bostad. * (Mourato & Mendes Resende, 2014)
	*Antagande: Offentliga grönytor används som proxy för social interaktion, då det kan antas att fler människor träffas och umgås vid vistelse i grönområde (World Health Organization, 2017).	*Antagande Det kan antas att värdet av en närliggande offentlig grönyta för lägenheter i Sverige är inräknat i medelpriset. Men för att undvika dubbelräkning så används endast detta värde som proxy för social interaktion och inte som ett ytterligare värde för att lägenheten har tillgång till grönytor i närområdet.

¹⁷ Trafikverkets VSL-värde är skattat för trafiksäkerhetsrisker. Det har visat sig att folks preferenser för att minska mortalitetsrisken inte skiljer sig väsentligt åt för olika typer av sammanhang (risker i trafiken, naturkatastrofer, föroreningar sjukdomar osv). Det har dock visat sig att det inte är så lätt att skatta "sammanhangsfaktorer" som kan justera för olika typer av risker och eftersom Trafikvärdets värde är baserat på ett flertal olika uppskattningar antas det indikera ett värde för flera olika typer av mortalitetsrisker.

¹⁸ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/fastighetspriser-och-lagfarter/fastighetspriser-och-lagfarter/pong/tabell-och-diagram/kommunstatistik/medelpriser-pa-smahus-for-permanentboende-per-kommun/>

¹⁹https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BO_BO0501_BO0501C/FastprisBRFRegionAr/tableViewLayout1/

7. KÄNSLIGHETSANALYS

En känslighetsanalys har gjorts för utvalda ekosystemtjänster då värdena har stor påverkan på totalt samhällsekonomiskt värde.

Tabell 12: Känslighetsanalys Reglering av buller, 2.5 enligt Boverket

Undvikt kostnad buller SEK/år	Total undvikt kostnad	Undvikt kostnad per capita	Undvikt kostnad per areaenhet bostad
Trädgårdsstaden	12 841 444	3374	105
Täta kompakta staden	64 181 700	6483	194
Gamla kompakta staden	38 509 020	6483	194

För ekosystemtjänst 2.5 Reglering av buller antas i den samhällsekonomiska analysen samma värde för alla tre scenarier, men det beräknas efter antal invånare vilket sig åt mellan scenarierna. I känslighetsanalysen har betalningsviljan per individ i Trädgårdsstaden reglerats till en lägre nivå då decibelnivån kan antas vara lägre än för de andra två scenarierna då grönytefaktorn är högre. Här antas i stället att decibelnivån går från 55 till 50 dB. Som analysen visar så blir både total undvikt kostnad samt undvikt kostnad per areaenhet bostad lägre för trädgårdsstaden, eftersom undvikt kostnad per person är lägre.

Tabell 13: Känslighetsanalys Rening och reglering av vatten, 2.6 enligt Boverket

Kompakta staden totalt undvikt kostnad	Rening och reglering av vatten	Undvikt kostnad per capita	Undvikt kostnad per areaenhet bostad
Summa (inkl. vattentaket) SEK/år	7 755 161	783	23

För ekosystemtjänst 2.6 Rening och reglering av vatten har här värden för energitak ersatts av värden för vattentak. Den antagna enda skillnaden mellan de olika gröna taken är att den vattenhållande förmågan för vattentaket är 80 procent, jämfört med energitaket som har antagits ha 40 procent vattenhållande förmåga (Persson , Wahtra, Persson, Wallhagen, & Eriksson, 2020). Den vattenhållande förmågan påverkar uppskattningarna av hur mycket fosfor och kväve som taket har möjlighet att samla upp under ett år som faller med regnvattnet över ett års tid. Som resultaten visar är den totala undvikta kostnaden cirka 730 000 SEK högre för vattentaket än för energitaket. Val av tak kan därför ha stor betydelse för vilka ekosystemtjänster som påverkas och vad den samhällsekonomiska kostnaden blir till följd av det. Detta värde ska jämföras med värdet för samma ekosystemtjänst i den Kompakta täta staden i Tabell 14.

8. SAMMANSTÄLLNING SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS

I den här studien har olika monetära värden uppskattats för gräs, buskar, träd samt gröna tak för att undersöka hur de tre scenarierna Trädgårdsstaden, Den gamla kompakta staden och Den täta kompakta staden, och hur dessa värden skiljer sig åt mellan de tre scenarierna. I alla tre scenarier är mängden grönytor olika, det varierar mellan mängden gräs, buskar, träd och gröna tak, och grönytefaktorn är olika för att vara så likt ett verkligt område som möjligt utifrån det underlag som funnits tillgängligt för denna studie.

För att konkretisera värdet av de nyttor som ekosystemtjänsterna levererar till människor och samhället har de ekonomiska värdena från kapitel 7 beräknats. Det är endast de värden för ekosystemtjänster som det har varit möjligt att hitta lämpliga ekonomiska värderingar för som har analyserats och beräknats. Det ska också tilläggas att delar av värderingarna inte är heltäckande. Det betyder att det ekonomiska värdet som har identifierats i litteraturen och som ansetts vara applicerbart för dessa scenarier endast åskådliggör en del av det totala ekonomiska värdet som tillhandahålls av ekosystemtjänsterna.

Beräkningarna i analysen innehåller även andra osäkerheter eftersom de är baserade på flera antaganden och schablonvärden. Detta är dock inte ovanligt i samhällsekonomiska beräkningar eftersom värdering av miljönyttor i regel innebär många utmaningar, vilka främst kan relateras till brist på data och information om människors preferenser eftersom dessa ”varor” normalt inte handlas på en marknad. Dessutom kan dessa värden variera avsevärt beroende på plats och vilka andra ekosystemtjänster som finns representerade.

För att exemplifiera några av osäkerheterna kring beräkningarna kan nämnas luftföroreningar där endast svaveloxid, kväveoxid, koldioxid och PM₁₀ har analyserats i denna studie. Men även andra luftföroreningar undviks tack vare upptagning från närliggande grönytor. Ett annat exempel är värdet av en trädgård, där det i denna studie är begränsat med värden som skiljer en privat trädgård från en offentlig grönyta, som kan ha många fler värden för både individen och samhället än vad som illustrerats i denna studie.

För de tre analyserade scenarierna har tre olika värden beräknats; totalt samhällsekonomiskt värde per scenario, värde per capita samt värde per areaenhet bostad. Anledningen till att flera värden har beräknats är för att mer rättvist kunna jämföra scenarierna. Eftersom vissa värden har beräknats beroende på hur många invånare respektive stadsdel har, är värdet per capita av betydelse för att kunna jämföra och lättare se skillnader mellan scenarierna. Utöver det har värdet per bostadsareaenhet beräknats, som åskådliggör ett jämförbart värde per kvadratmeter boendeara mellan alla tre scenarierna. Därmed kan det totala ekonomiska värdet för en ekosystemtjänst vara högre för ett scenario medan värdet per areaenhet bostad eller värdet per capita är lägre än övriga scenarier. Ett exempel på det är värdet för social interaktion, där det totala värdet i Trädgårdsstaden är lägre än för Den kompakta täta staden, medan det är omvänt för värdet per capita samt värdet per areaenhet bostad.

Samtliga ekonomiska värden som de gröna ytornas ekosystemtjänster levererar är beräknade utifrån en ögonblicksbild och återkommer årligen. Sammanfattningsvis bör resultaten från analysen tolkas som en indikation på ekosystemtjänsternas samhällsekonomiska värde och det verkliga värdet är med största sannolikhet betydligt högre. Det samhällsekonomiska värdet för ekosystemtjänsterna i de tre scenarierna redovisas i Tabell 14.

Tabell 14: Resultat från den samhällsekonomiska analysen av de tre scenarierna. Värdena är per år och ska därmed inte tolkas som ett engångsbelopp.

Trädgårdsstad	tSEK	Värde per capita, SEK	Värde per areaenhet bostad, SEK
2.4 Luftrening	7 042	1 850	57
2.5 Reglering av buller	26 311	6 913	215
2.6 Rening och reglering av vatten	8 192	2 152	67
3.1 Matodling	1 739	457	14
4.1 Fysisk hälsa	6 443	1 693	53
4.2 Mentalt välbefinnande	140 466	36 907	1146
4.4 Social interaktion	45 917	12 064	375
SUMMA	236 110	62 036	1926
Kompakt tät stad	tSEK	Värde per capita, SEK	Värde per areaenhet bostad, SEK
2.4 Luftrening	3 826	386	12
2.5 Reglering av buller	68 439	6 913	207
2.6 Rening och reglering av vatten	7 023	709	21
4.1 Fysisk hälsa	16 760	1 693	51
4.2 Mentalt välbefinnande	47 297	4 778	143
4.4 Social interaktion	70 121	7 083	212
SUMMA	213 466	21 562	647
Gammal kompakt stad	tSEK	Värde per capita, SEK	Värde per areaenhet bostad, SEK
2.4 Luftrening	3 865	651	20
2.5 Reglering av buller	41 063	6 913	207
2.6 Rening och reglering av vatten	5 764	970	29
4.1 Fysisk hälsa	10 056	1 693	51
4.2 Mentalt välbefinnande	62 329	10 493	315
4.4 Social interaktion	42 073	7 083	212
SUMMA	165 150	27 803	834

9. KVALITATIV VÄRDERING AV EKOSYSTEMTJÄNSTERNA MED POÄNGSYSTEM

Med hjälp av verktyget *Beräkningsmall för grönytefaktor på kvartersmark* (Stockholms stad, 2021) har det varit möjligt att kvalitativt - och med sannolikt stora osäkerheter - räkna poäng för fyra kategorier ekosystemtjänster. Dessa fyra är:

- Biologisk mångfald
- Sociala värden
- Klimatanpassning samt
- Ljudkvalitet

Grönytor kunde inte särskiljas i så detaljerad grad som Stockholms stads beräkningsmall erfordrar på grund av brist på data (bärande/icke-bärande träd, växtbädd, stora/mellanstora/små träd osv). Därför har ett antal antaganden gjorts för alla scenarier. Vattenytor har inte inkluderats alls i scenarierna och grönskan har delats upp i träd, gräs, buskar och gröna tak. När dessa antaganden hade gjorts för alla scenarierna kunde ett jämförande resultat erhållas. Diagram 1 visar de relativa faktorberäknade värdena av ekosystemtjänster enligt Stockholms stads modell för den här studiens tre scenarier: Trädgårdsstad, Tät kompakt stad respektive Gammal kompakt stad.

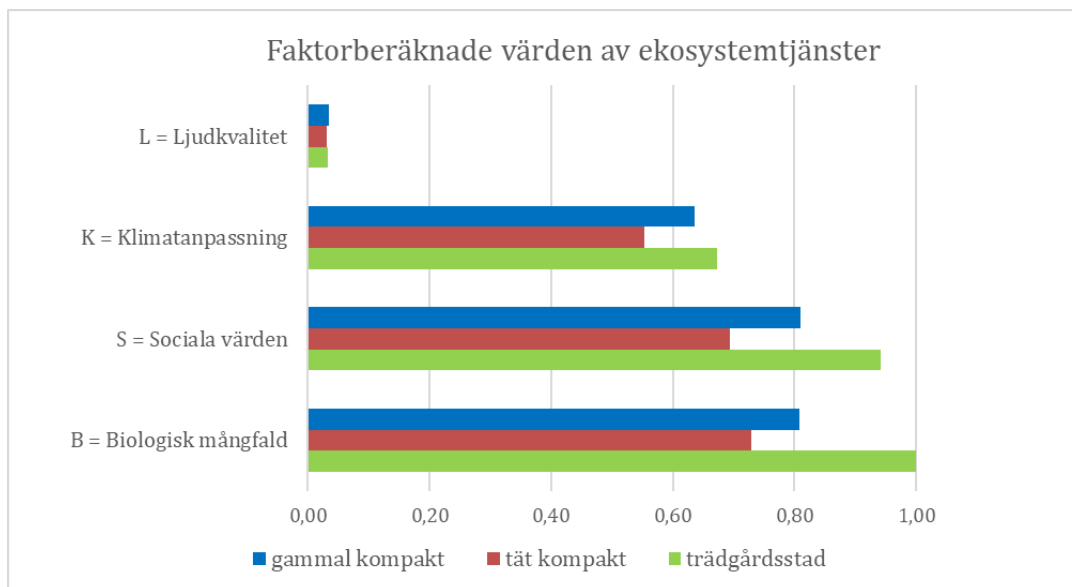


Diagram 1: Relativa faktorberäknade värden av ekosystemtjänster för de tre scenarierna. Beräkningsmall: Excel-fil "Beräkningsmall för grönytefaktor på kvartersmark" från (Stockholms stad, 2021).

Av diagrammet framgår att scenariot med Trädgårdsstaden har det högsta värdet för alla ekosystemtjänstkategorierna. Trädgårdsstaden ger bättre resultat tack vare det större antal träd som finns i detta scenario. En annan viktig faktor är de större möjligheterna som finns i Trädgårdsstaden för sociala och rekreativa aktiviteter (tillgång till både trädgårdar och allmänna grönytor) samt för odlingsaktiviteter. Den täta kompakta staden har betydligt lägre ekosystemtjänstvärden i jämförelse med den gamla kompakta staden, vilket beror på att en stor andel av den täta kompakta stadens grönyta finns på taket (extensiva sedumtak). Det innebär att invånarna inte kan dra nytta av den delen av grönytorna för rekreation och att värdet för biologisk mångfald är lågt på grund av brist på variation på de gröna taken. I Tabell 15 redovisas mängden grönytor per person i de tre studerade scenarierna.

Tabell 15: Sammanställning offentliga och privata grönytor per person samt GYF i de jämförande scenarierna.

	Trädgårdsstad	Tät kompakt stad	Gammal kompakt stad
Offentliga grönytor (m ²)/person	32	18	47
Privata och semiprivata grönytor (m ²)/person	61	11	11
Gröna tak (m ²)/person		4	
GYF	0,54	0,50	0,53

10. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Hela denna delstudie baseras på tre scenarier som har skapats under genomförandet av den övergripande studien. I konstruktionen av scenarierna har ett antal antaganden gjorts i den inledande delrapporten för att kunna jämföra en trädgårdsstad med en mer kompakt stadsdel. Vissa av dessa antaganden skapar osäkerheter i bedömningen av respektive scenario, som i sin tur kan leda till under-/ överskattningar i resultatet av värdet av ekosystemtjänsterna.

GYF har i denna studie förenklat antagits vara kvoten mellan grönytor och hela den studerade arean. Det tidigare ansatta kravet att GYF ska vara minst 0,5 gjorde att alla tre stadsdelsscenarierna behövde planeras för att mer än 50 procent av arean ska vara grönytor. I den täta kompakta staden kunde GYF-kravet endast uppnås med hjälp av gröna tak. GYF-antagande kan ha bidragit till en överskattning av ekosystemtjänsternas värde för scenariot med den kompakta staden, som i verkligheten brukar ha mycket större andel bebyggd area inom stadsdelsgränsen än 50 procent.

Vidare finns det i dagläget flera olika metoder för att räkna på grönytefaktorn. I de flesta GYF-modeller poängsätts både kvantitet och kvalitet, och därför finns det även viktningsfaktorer för olika typer av vegetation och vattenområden. Det är orsaken till att vi i verkligheten ser stadsdelar som inte är så "gröna" men ändå har en hög GYF (exempelvis 0,6).

Det ska noteras att det med den hypotetiska natur som har analyserats i denna studie inte är möjligt att beräkna specifik GYF med någon av de beräkningsmodeller som finns. En platsspecifik studie skulle möjliggöra en detaljerad beräkning av GYF, och därmed ge en mer korrekt jämförelse av ekosystemtjänsternas värde mellan de tre studerade scenarierna. En sådan platsspecifik studie skulle sannolikt ge ett resultat som visar på mycket större fördelar för Trädgårdsstaden.

Trädgårdsstaden ger högre värde från ekosystemtjänster såväl totalt sett, per capita som per areaenhet bostad. Det beror främst på att det i Trädgårdsstadsscenarioet finns fler träd än i de andra två scenarierna, det finns trädgårdar som skapar sociala och hälsomässiga fördelar, mer närhet till grönområden samt att mängden grönytor per person är större.

I ett fortsatt arbete skulle en fördjupad analys över ekosystemtjänsters värde vara önskvärd. Dels skulle fler olika typer av ekosystemtjänster behöva analyseras och beräknas för en mer fullständig ekonomisk analys. Dels rekommenderas mer detaljerad (eventuellt platsspecifik) data för att skapa säkrare resultat. Detta skulle t.ex. kunna göras genom mer detaljerad information om vilka typer av vegetation som finns i scenarierna, eftersom detta är en avgörande faktor för att kunna inkludera fler ekosystemtjänster i den samhällsekonomiska värderingen. Med säkrare tekniskt dataunderlag kan det ekonomiska underlaget specificeras. Om en metodutveckling görs för beräkning av grönytefaktorn, där vatten inkluderas, skulle även det ge bättre förutsättningar för att inkludera och beräkna fler ekosystemtjänster och dess värde i urbana miljöer.

Möjligheter med den här typen av jämförelser skapar framtida ekonomiska incitament för mer grönytor i urbana miljöer, som främjar fler ekosystemtjänster. Som resultaten visar skapar värdena från ekosystemtjänsterna såväl ekonomisk, social som miljömässig hållbarhet. Genom att beräkna ett monetärt värde för ekosystemtjänster skapas incitament till fler investeringar i mer grönytor, som förbättrar den enskilda individens hälsa och välmående samtidigt som det totala värdet på samhällsnivå ökar avsevärt.

Genom att inkludera en värdering av ekosystemtjänster i stadsplanering vägs de ekologiska aspekterna in på ett helt nytt sätt. Det gör det möjligt att beakta fler komponenter i stadsmiljö och hur dessa interagerar med varandra. Dessa aspekter kommer bli avgörande i framtiden för att skapa resilienta urbana miljöer som designas och utvecklas i samspel med naturen.

11. REFERENSER

- Åkesson, J. (2008). *Den moderna trädgårdsstaden - Ett hållbart alternativ till villamattan?* Hämtat från https://stud.epsilon.slu.se/1657/2/%C3%85kesson_J_100804.pdf
- Andersson-Sköld, Y., Klingberg, J., Gunnarsson, B., & Thorsson, S. (2018). *Metod för bedömning och värdering av ekosystemtjänster i staden (VEKST) Handbok version 1.0*. Göteborg : Göteborgs Universitet, naturvettenskapliga fakulteten.
- Aram, F., Higuera Garcia, E., Solgi, E., & Mansournia, S. (2019). Urban green space cooling effect in cities . *Elsevier Heliyon*.
- Airilouma, M., Ottelin, J., Hautamäki, R., Tuhkanen, E.-M., & Mänttari, M. (2021). Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards: A case study from Helsinki. *Elsevier* .
- Baresel, C., Magnér, J., Magnusson, K., & Olshammar, M. (2017). *Tekniska lösningar för avancerad rening av avloppsvatten* . IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Bernadini, C., & Irvine, K. (2007). The 'nature' of urban sustainability: private or public green spaces. i A. Kungolos, C. A. Brebbia, & E. Beriatos, *Sustainable development and planning III, Vol.2* (ss. 661-674). WIT Press.
- Björkman, L.-L. (2012). *Fritidsodlingens omfattning i Sverige*. Hämtat från https://pub.epsilon.slu.se/8905/7/bjorkman_L_120516.pdf
- Boverket . (2010). *Socialt hållbar stadsutveckling - en kunskapsöversikt* . Boverket .
- Boverket. (2010). *Låt staden grönska - Klimatanspassning genom grönstruktur*.
- Boverket. (2018). *Grönytefaktor för kvartersmark*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/gronytefaktor/kvartersmark/>
- Breeze, T., Bailey , A., Potts, S., & Blacombe, K. (2015). A stated preference valuation of the nonmarket benefits of pollination services in the UK. *Ecological Economics*, vol 111. ss. 7685.
- Brinck, R. (2019). *Att leda dagvatten till trädgröpar i staden* . Sveriges Lantbruksuniversitet .
- c/o city. (2020). *I Norra Djurgårdsstaden får naturen göra jobbet*. Hämtat från <https://www.cocity.se/vagledning-och-exempel/i-norra-djurgardsstaden-far-naturen-gora-jobbet/>
- Cameron, R., Blanus, T., Taylor, J., Salisbury, A., Halstead, A., Henricot, B., & Thompson, K. (2012). The domestic garden: its contribution to urban green infrastructure. i *Urban Forestry & Urban Greening, Vol. 12, Issue 2* (ss. 129-137). Elsevier. Hämtat från <http://centaur.reading.ac.uk/26212/1/The%20urban%20domestic%20garden%20UFUG%206Jan2012.pdf>
- Centervall, H. (2012). *Den eko-effektiva staden - En studie av grönytefaktorernas relevans för att säkra ekosystemtjänster*. Hämtat från https://stud.epsilon.slu.se/4921/1/Centervall_H_120624.pdf
- Colding, J., & Marcus , L. (2013). *Ekosystemtjänster i Stockholmsregionen*. Stockholms läns landsting .
- Coolen, H., & Meesters, J. (2012). Private and public green spaces: meaningful but different settings. *Journal of Housing and the Built Environment*, 49-67.

- Crane, D., & Nowak, D. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* .
- Currie, B., & Bass, B. (2008). Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosystems* , ss. 409-422.
- D´Acci, L. (2013). Monetary, Subjective and Quantitative Approaches to Assess Urban Quality of Life and Pleasantness in Cities. *Springer*, 10-11.
- Diabetologia. (15 / September / 2015). *Having no garden access for young children linked to childhood obesity later in childhood. English study shows.* . Recollit de Science Daily : <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/09/150915211336.htm>
- Eriksson, C. (2018). *Livsmedelsproduktion ur ett beredskapsperspektiv Sårbarheter och lösningar för ökad resiliens*. Lantbruksuniversitet samt myndigheten för samhällsskydd och beredskap, ISBN 978-91-7383-844-3 .
- Gabrielsson, E., & Stål, V. (2020). *Växtsubstrat för en hållbar stad* . Sveriges Lantbruksuniversitet .
- Getter, K., Rowe, D., Robertson, G., Cregg, B., & Andresen, J. (2009). Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environmental Science Technology*, vol. 43 (19), ss. 7564-7570.
- Hanley, N., Breeze, T., Ellis, C., & Goulson, D. (2015). Measuring the economic value of pollination services: Principles, evidence and knowledge gaps. *Ecosystem Services*, vol 14, ss 124-132.
- Hörnsten , L., & Fredman, P. (2000). On the distance to recreational forests in Sweden. *Landscape and Urban Planning* , 1-10.
- Hörnsten, L., & Fredman , P. (2000). On the distance to recreational forests in Sweden. *Landscape and Urban Planning* , 1-10.
- Ignatieva, M. (2017). *En handbok - Alternativ till gräsmatta i Sverige från teori till praktik* . Uppsala : Sveriges Lantbruksuniversitet .
- Keane, Å., Stenkula , U., Wijkmark, J., Johansson, J., Philipson , K., & Hård af Segerstad , L. (2020). *Ekosystemtjänster i stadsplanering - En vägledning*. Stockholm: c/o city .
- Killicoat, P., Puzio, E., & Stringer, R. (2002). The economic value of trees in urban areas: Estimating the benefits of Adelaide ´s street trees. *Treenet Proceedings of the 3rd National Street Tree Symposium* . University of Adelaide, School of Economics and Centre for International Economic Studies.
- Langellotto, G. (2014). What are the Economic Costs and Benefits of Home Vegetable Gardens? *Journal of Extension*.
- Lindberg, L., Danielsson, P., Persson, M., Marcus, C., & Hagman, E. (2020). Association of childhood obesity with risk of early all-cause and cause-specific mortality: A Swedish prospective cohort study. *PLoS Med* 17(3): e1003078.
- Livingroofs. (06 / 04 / 2021). *Livingroofs - advice, research and promotion of green roof systems for environmental urban regeneration*. Recollit de <https://livingroofs.org/storm-water-run-off/>
- London Sustainable Development Commission. (5 / Oktober / 2020). *The role of green space in London's COVID-19 recovery*. Recollit de World Built Environment Fourm : <https://www.rics.org/nl/wbef/megatrends/urbanisation/the-role-of-green-space-in-londons-covid-19-recovery/>

- Mahmoudi Farahani, L., Maller, C., & Phelan, K. (maj 2018). Private Gardens as Urban Greenspaces: Can They Compensate for Poor Greenspace Access in Lower Socioeconomic Neighbourhoods? *Landscape Online* 59, ss. 1-18.
- Marthe, L., & et. al. (2015). Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. *Journal of Applied Economics*.
- Mourato, S., & Mendes Resende, G. (2014). The Amenity Value of English Nature: A Hedonic Price Approach . *Environmental and Resource Economics* .
- N. (sense data).
- Naturvårdsverket . (2015). *Guide för värdering av ekosystemtjänster* . Naturvårdsveket, rapport 6690.
- Naturvårdsverket. (2017). *Ekosystemtjänsternas bidrag till god urban livsmiljö*. Naturvårdsverket, rapport 6778.
- Naturvårdsverket. (2020). *Utsläpp av växthusgaser från el och fjärrvärme*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-el-och-fjarrvarme/>
- Norling, I. (2001). *Rekreation och psykisk hälsa* . Göteborg : Sahlgrenska Universitetssjukhuset .
- Nurmi, V., Votsis, A., Perrels, A., & Lehvävirta, S. (2016). Green Roof Cost-Benefit Analysis: Special Emphasis on Scenic Benefits . *Society for Benefit-Cost Analysis* .
- Persson , A., Wahtra, J., Persson, R., Wallhagen, M., & Eriksson, Å. (2020). *Ett tak - Fem möjligheter Marknadsdriven utveckling av ekosystemtjänster* . Future Position X .
- Rådberg, J. (1994). *Den svenska trädgårdsstaden*. Byggnadsrådet.
- Schneider, A.-K., Strohbach, M. W., App, M., & Schröder, B. (2020). The 'GartenApp': Assessing and Communicating the Ecological Potential of Private Gardens. *Sustainability* .
- Selmi, W., Weber, C., Rivière, E., Blond, N., Mehdi, L., & Nowak, D. (2016). Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg City, France . *Elsevier Urban Forestry and Urban Greening* .
- Sjöberg, A. (2013). *Möjligheter att gynna biologisk mångfald i svenska trädgårdar*. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:600736/FULLTEXT02.pdf>
- Stockholm vatten m. fl. (2013). *Vatten- och avloppsekonomi Vatten- och avloppsledningsnät* . Stockholm Vatten med flera .
- Stockholms Stad. (2015). *Hagastaden - fördjupat gestaltungs- och funktionsprogram*. Hämtat från <https://www.bjurfors.se/contentassets/d674291114664f6694a284d1ea4641e8/gestaltungsprogram-2015-09-14.pdf>
- Stockholms stad. (2021). *Grönytefaktor*. Hämtat från Hållbarhetskrav vid byggande: <https://tillstand.stockholm/tillstand-regler-och-tillsyn/lokal-och-fastigheter/hallbarhetskrav-vid-byggnation/>
- Svenska kraftnät. (den 21 08 2019). *Krafttransformatorer och shuntreaktorer - Förslag på förlustvärdering för Svenska kraftnät*. Hämtat från <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2020/forslag-pa-forlustvardering-tf-ns-2019-09-09.pdf>

- Tegelberg, L., & Svensson, G. (2013). *Utvärdering av Svenskt Vattens rekommenderade sammanvägda avrinningskoefficienter*. Hämtat från http://vav.griffel.net/filer/svu-rapport_2013-05.pdf
- Trafikverket . (2020). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0*. Trafikverket .
- Tung, H. (2014). *The Green Factor*. Hämtat från <https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1113&context=crpsp>
- Upplands Väsby kommun. (den 24 februari 2016). *Strategier och metoder för kartering av ekosystemtjänster*. Hämtat från <https://upplandsvasby.se/download/18.4a3462da15f4d86bb802572/1513245744808/Strategier%20och%20metoder%20f%C3%B6r%20kartering%20av%20ekosystemtj%C3%A4nster.pdf>
- Vlassopoulou, E. (2019). *Urban form and sustainability : Comparison between low-rise “garden cities” and high-rise “compact cities” of suburban areas (Dissertation)*. Hämtat från <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-260495>
- Vlassopoulou, E. (2020). *Trädgårdsstäder och hållbarhet: Bostadssektorns LCA, känslighetsanalys*. Stockholm.
- Vlassopoulou, E. (2021). *Trädgårdsstäder VS kompakta städer - kompletteringar*.
- Wallentin, E., & Nordzell. (2017). *Samhällsekonomisk analys av ekosystemtjänster i Täby* . Anthesis Envenco AB.
- World Health Organization. (2017). *Urban Green Space Interventions and Health* . Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Yang, J., Yu, Q., & Gong , P. (2008). Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. . *Atmospheric Environment* , vol 42, ss- 7266-7273.
- Zirkle, G., Lal, R., & Augustin, B. (2011). Modeling Carbon Sequestration in Home Lawns . *ResearchGate* .

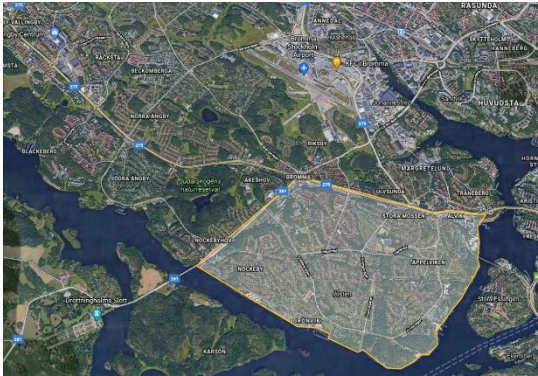
Omslagsbild: Magnus Petersson <https://www.cocity.se/wp-content/uploads/2018/06/urbana-ekosystemtjanster-lat-naturen-gora-jobbet-en-sammanfattning-av-co-city-dec-2014-1.pdf>

BILAGOR

Bilaga 1 - Referensområden

a. Referensområden för för scenariot Trädgårdsstaden

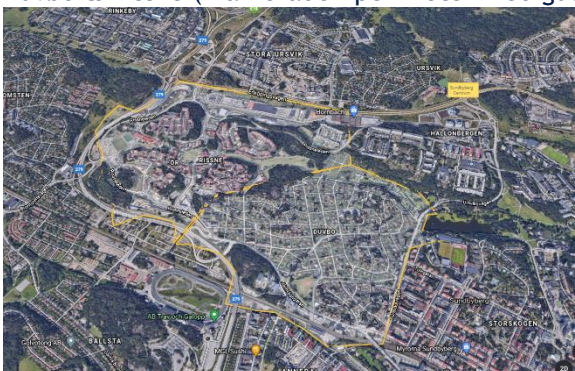
- Bromma trädgårdsstad (markerad i perimeter med gul)
 - Består av: Åkeslund, Abrahamsberg, Alvik, Högländet, Nockeby, Olovslund, Smedslätten, Stora Mossen, Ålsten/Ålstensgård, Äppelviken



- Hägersten stadsdel (markerad i perimeter med röd)



- Duvbo & Rissne (markerade i perimeter med gul)



b. Referensområdena för scenariot Den kompakta stadsdelen

- Midsommarkransen (markerad i perimeter med röd)

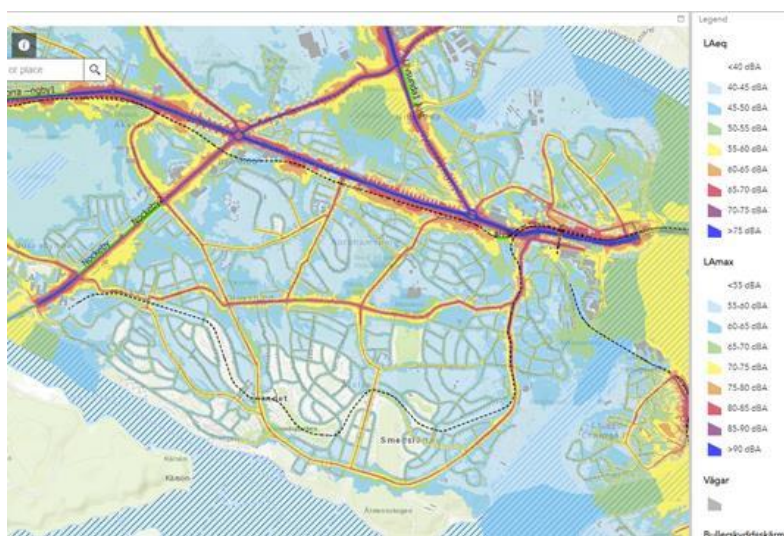


- Rinkeby



c. Referensområden för bullernivåer

Bromma trädgårdsstad, medelvärde på huvdgator är 60-65dBA och på lokalgator 55dBA.



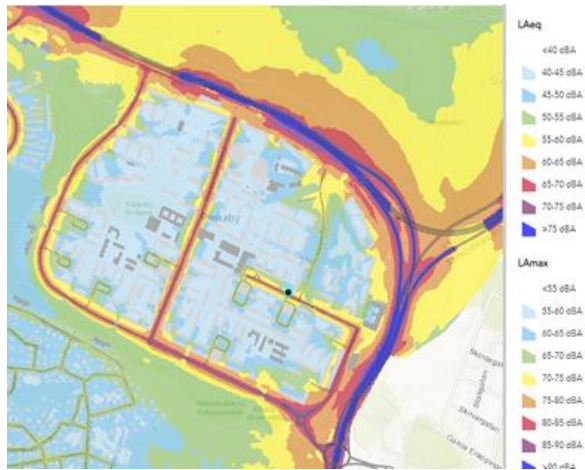
Referensområde Midsommarkransen, medelvärde på huvudgator är 70dBA och på lokalgator 55dBA.



Referensområde Hägersten trädgårdsstad, medelvärde på huvudgator är 60-65 dBA och på lokalgator 55 dBA.



Referensområde Rinkeby kompakt stad, medelvärde på huvudgator är 70 dBA och på lokalgator 55 dBA.



Bilaga 2 - Scenariernas egenskaper

Tabell 16: Huvudegenskaper av de analyserade stadsdelsscenarierna.

	Gammal kompakt	Tät kompakt	Trädgårdsstad
Antal byggnader	18	30	476
Antal bostäder	1 746	2 910	1 280
Antal invånare	5 940	9 900	3 806
Densitetsfaktor (personer/ha)	92	153	59
Grönytefaktor	0,529	0,50	0,543
Offentlig grönyta/person (gröna tak ingår inte)	50	22	34
Typ av byggnader	Flerbostadshus i 5–6 våningar	Flerbostadshus i 5–6 våningar	Två typer av friliggande småhus, radhus och flerbostadshus i 4-våningar

Tabell 17: Upptagen area (m²) med gröna ytor i alla analyserade stadsdelar.

		Gammal kompakt stadsdel	Tät kompakt stadsdel	Trädgårdsstad
Grönyta i byggnadstomten	Privata trädgårdar	0	0	212 275
	Grönyta i flerbostadshusens tomt	63 072	105 120	18 008
Grön allmännyta		258 990	156 080	101 015
Gröna tak		0	42 210	0

Mängden gräs, träd och buskar som har använts för kalkylerna i alla scenarier

Tabell 18: Mängd (m²) gräs, träd, buskar och gröna tak i de tre olika stadstyperna

	Totala gröna ytor inom stadsdel				Totalt	Totalt utan gröna tak
	Gräs (m ²)	Träd (m ²)	Buskar (m ²)	Gröna tak (m ²)		
Gammal kompakt stadsdel	216195	72233	33634	0	322062	
Tät kompakt stadsdel	163002	73332	24866	42210	303410	261200
Trädgårdsstad	127678	150579	52647	0	330905	

Tabell 19: Mängd (m²) gräs, träd och buskar i de allmänna grönyrtorna (som inte tillhör i hustomterna)

Allmänna gröna ytor				
	Gräs (m ²)	Träd (m ²)	Buskar (m ²)	Gröna tak (m ²)
Gammal kompakt stadsdel	185451	44225	29314	0
Tät kompakt stadsdel	111762	26652	17666	0
Trädgårdsstad	11438	84314	5262	0

Tabell 20: Mängd (m²) gräs, träd och buskar som tillhör i hustomterna i de tre studerade scenarierna.

Gröna ytor i hustomterna				
	Gräs (m ²)	Träd (m ²)	Buskar (m ²)	Gröna tak (m ²)
Gammal kompakt stadsdel	30744	28008	4320	0
Tät kompakt stadsdel	51240	46680	7200	42210
Trädgårdsstad	116240	66265	47385	0

Analyser, utredning och innovation för en hållbar framtid

Anthesis Enveco AB är ett konsultföretag med rötterna i forskningsvärlden. Vi är ett växande företag med ca 15 medarbetare i nuläget. Vi tillhör koncernen Anthesis Group som har verksamhet i 16 länder och totalt ca 500 medarbetare.

Vi erbjuder tjänster inom områdena miljöekonomi, resursekonomi, hållbara energisystem och hållbara städer. Inom dessa områden erbjuder vi såväl strategisk rådgivning som affärsutveckling, analys, utredning samt forskning.

Vi har både bred och djup kunskap inom samhällsekonomiska analyser, social hållbarhet och innovationsupphandling m.m.

Vidare har vi mycket stor erfarenhet av projekt- och processledning av multidisciplinära projekt.

Vi har kontor i Stockholm och Göteborg men åtar oss uppdrag inom hela Sverige och internationellt.

Anthesis

Barnhusgatan 4, 111 23 Stockholm

Kyrkogatan 30, 411 15 Göteborg

anthesis.se

anthesisgroup.com/about/europe/sweden