



# HÅLLBARA TRÄDGÅRDSSTÄDER

Samlad livscykelanalys

# HÅLLBARA TRÄDGÅRDSSTÄDER

## Samlad livscykelanalys

Efstathia Vlassopoulou, Linda Stafsing och Agneta Persson

Anthesis

2021-05-31

Rapport 2021:03

[www.anthesis.se](http://www.anthesis.se)

## Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Omfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>Scenarier</b> .....	<b>5</b>
<b>5.</b>	<b>Metodik</b> .....	<b>7</b>
5.1	Konstanta parametrar - generell metod .....	7
5.2	Analyserade stadsdelsutformningar .....	8
5.2.1	Inledande jämförande studie, examensarbete (Vlassopoulou E., 2019) .....	8
5.2.2	Byte av scenario från Den täta villastaden till Trädgårdsstad (Bilagor 1, 2, 3) .....	8
5.2.3	De tre huvudscenarierna och deras huvudsakliga egenskaper .....	9
5.3	Känslighetsanalys - bostadssektorn.....	9
5.3.1	Vissa förändringar i materialval för småhus Linnea i den täta villastaden.....	9
5.3.2	Ersättning av betongkonstruktioner med träkonstruktioner i scenario 3 .....	10
5.3.3	Förtätning av Den kompakta stadsdelen .....	10
5.3.4	Alternativ typ av betong i den kompakta stadsdelen .....	10
5.3.5	Solceller på 50 procent av hustaken .....	10
5.4	Transport - mobilitet .....	11
5.5	Ekosystemtjänster .....	11
<b>6.</b>	<b>Resultat - bostadsbyggnader</b> .....	<b>14</b>
6.1	Ursprungliga scenarier .....	14
6.2	Känslighetsanalyser .....	16
6.2.1	Känslighetsanalys - materialval för scenario 1 Den täta villastaden.....	16
6.2.2	Känslighetsanalys - materialval för scenario 3 Den kompakta staden .....	17
6.3	Solceller på taken på 50 procent byggnaderna i scenario 2 och 3 .....	19
<b>7.</b>	<b>resultat transport och mobilitet</b> .....	<b>19</b>
7.1	Transportinfrastrukturens markanvändning .....	19
7.2	Koldioxidutsläpp från transportinfrastruktur .....	20
7.3	Trafikrelaterade beteenden .....	21
<b>8.</b>	<b>Resultat ekosystemtjänster</b> .....	<b>22</b>
<b>9.</b>	<b>Samlat resultat och slutsatser</b> .....	<b>23</b>
<b>10.</b>	<b>Referenser</b> .....	<b>27</b>
	<b>Bilagor</b> 29	

## 1. INLEDNING

Den snabba urbaniseringen har i kombination med preferenser och/eller skillnader i boendesituation inom olika samhällsgrupper lett till en stadsutveckling som brukar kallas för "urban sprawl".<sup>1</sup> Den typen av utveckling kännetecknas av "...oplanerat, okontrollerat och okoordinerat enskilt användande (av mark) [...] som på olika sätt leder till en utveckling (av byggande) med låg densitet" (Nelson & Duncan, 1995). "Urban sprawl" har lett till ett antal negativa miljökonsekvenser, bl.a. i form av ett ökat behov av transporter och en ökad bilanvändning. Det faktum att städernas klimatpåverkan måste minska samtidigt som befolkningen växer har bidragit till att stärka den "kompakta stadsmodellen" som koncept. Fördelarna med "kompakta städer" presenteras vanligtvis i jämförelse med de negativa egenskaper som "urban sprawl" för med sig. Detta har i sin tur bidragit till att den "kompakta stadsmodellen" har kommit att uppfattas som idealisk och vunnit omfattande politisk acceptans i syfte att stärka stadsutformningens miljömässiga hållbarhet. Den aspekt av stadsutformning i förhållande till hållbarhet som har diskuterats mest är täthet (Bramley, et al., 2009). Det finns dock många andra aspekter som påverkar urban hållbarhet. Till exempel är gestaltning, disposition av grönytor, tillhandahållande av en blandad miljö med tjänster och anläggningar, variation av hustyper (och deras fysiska egenskaper, koldioxidavtryck under livscykeln m.m.) samt transportinfrastruktur och mobilitet alla avgörande aspekter för en stadsdels hållbarhetsprestanda.

Baserat på diskussionen ovan kan man således fråga sig hur ett mellanting till de båda modellerna "kompakt stad" och "urban sprawl" skulle svara på frågan om hur hållbara städer kan utformas. Trädgårdsstäder är ett sådant mellanting. De presenteras ofta som en form av "urban sprawl" och förväxlas ibland med så kallade "villamattor". Dessa missuppfattningar gör att trädgårdsstäderna antas vara icke-hållbara stadsutformningar som inte kan stödja för effektiv infrastruktur. Men svenska samtida trädgårdsstäder kännetecknas av en medelhög befolkningstäthet med flera olika bostadstyper (fristående, delvis fristående, radhus, låga flerfamiljshus m.m.) och ett varierat urval av faciliteter och tjänster i närområdet, privata trädgårdar och breda vägar kantade av grönska.

## 2. SYFTE

Denna studie har undersökt trädgårdsstadens hållbarhetsprestanda i jämförelse med den kompakta stadens prestanda. För att kunna göra denna jämförelse har scenarier byggts upp för trädgårdsstaden och den kompakta staden. Jämförelsens fokus har främst legat på bostadssektorns koldioxidutsläpp på stadsdelsnivå, men flera andra hållbarhetsaspekter (miljö- och socialmässiga) har också bedömts. För dessa aspekter har jämförbara data för mobilitets- och ekosystemtjänster analyseras mer detaljerat.

## 3. OMFATTNING

Denna rapport sammanfattar resultaten från sex delstudier. De sex delstudierna är:

1. Trädgårdsstäder och hållbarhet (Bilaga 1)
2. Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - kompletteringar (Bilaga 2)
3. Trädgårdsstaden - Variationer av planering (Bilaga 3)
4. Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - Solceller (Bilaga 4)
5. Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - Transport - mobilitet (Bilaga 5)
6. Ekosystemtjänster i Trädgårdsstäder och Kompakta städer (Bilaga 6)

---

<sup>1</sup> De "morfologiska attributen för ett stadsområde i alla skalor" (Williams, Burton, & Jenks, 2000). Dessa skalor sträcker sig från en byggnad, till ett kvarter, eller en hel stad.

Utöver dessa sex delstudier är också examensarbetet Stadsutformning och hållbarhet Urban form and sustainability: comparison between low-rise “garden cities” and high-rise “compact cities” of suburban areas (Vlassopoulou E., 2019) ett viktigt underlag för analyserna.

I denna rapport beskrivs de scenarier som används, metodiken för arbetet och resultatet av de sex delstudierna. Rapporterna för samtliga genomförda delstudier återfinns i sin helhet som bilagor till denna rapport.

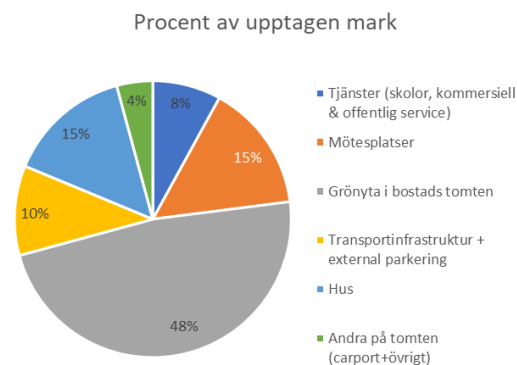
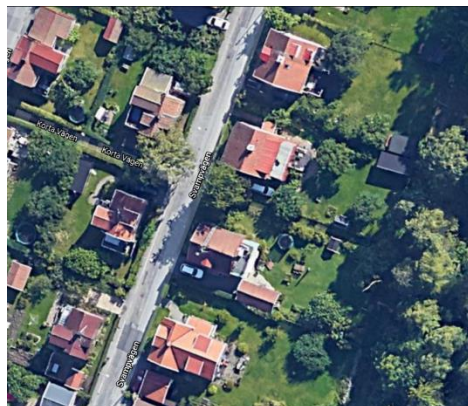
## 4. SCENARIER

Utgångspunkten för de scenarier som har byggts upp är en tom area på 64,4 ha i Sundbybergs kommun. Inom ramen för hela arbetet har ett antal scenarier utformats. Här presenteras fyra stycken, varav scenarierna 1-3 används i huvuddelen av analysen och scenario 4 endast använts för känslighetsanalyser för ekosystemtjänster.

Alla scenarier inkluderar för deras respektive antal invånare tillräckliga tjänster och funktioner (baserat på indikatorer i Sweden Green Building Councils hållbarhetscertifieringssystem Citylab). Vidare har de en grönytefaktor (GYF) på minst 0,5.<sup>2</sup> Nedan presenteras hur scenarierna är uppbyggda samt grafer över scenariernas markanvändning.

### Scenario 1: Den täta villastaden

Scenario 1 Den täta villastaden består av ett antal identiska enplanshus i trä. De småhus som har använts i detta scenario är Linnea småhus med  $A_{temp} = 129 \text{ m}^2$  och en tomt på  $700 \text{ m}^2$ .<sup>3</sup> Det antas att det bor fyra personer i varje småhus och att boarean är ca  $30 \text{ m}^2/\text{person}$ . Den täta villastaden omfattar 618 Linnea småhus och rymmer 2 472 invånare.



Figur 1: En exemplifiering av scenario 1 Den täta villastaden samt markanvändning i scenariot.

Källor: GoogleMaps (vänster) och villastadens markanvändning (höger)

### Scenario 2: Trädgårdsstaden

Det scenario som används för Trädgårdsstaden omfattar en blandning av träbyggnader. Här valdes fyra hustyper. Dessa är HOME#601 (friliggande småhus), TRANAN (friliggande småhus i grupp), OBOS radhus (se Figur 2) samt flerbostadshus A (Föreställningen).<sup>4</sup> Fyra olika varianter av planeringen av trädgårdsstaden har analyserats, men här presenteras endast alternativ A2 som anses vara det alternativ som enligt en studie av Boverket (Boverket, 2014) bäst motsvarar boendes önskemål. Boverkets studie

<sup>2</sup> Här definieras GYF förenklat som kvoten mellan områdets samlade area för grönytor och hela dess area.

<sup>3</sup> Linnea småhus tillverkas av Älvsbyhus och är ett prefabricerat småhus i trä. Linne presenteras i detalj i examensarbete (Vlassopoulou E., 2019) och i den svenska sammanfattning av examensarbetet <https://www.tmf.se/siteassets/tmf-tycker/okat-och-varierat-byggande/sammanfattning-av-exjobb-efstathia-vlassopoulou.pdf>

<sup>4</sup> HOME#601 tillverkas av Trivselhus, TRANAN tillverkas av Fiskarhedenvillan, radhuset tillverkas av OBOS och Hus A ingår i kvarter ”Föreställningen” och tillverkas av Derome.

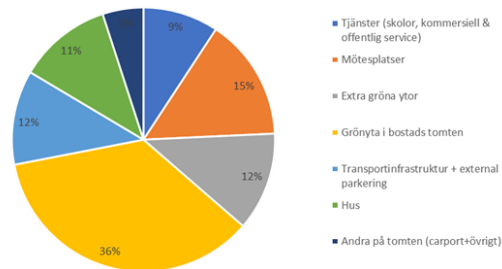
visar att 70 procent av invånarna i Sverige vill bo i småhus/radhus. Scenario 2 Trädgårdsstaden benämns Alternativ A2 i Bilagorna 3, 4, 5 och 6.

Tabell 1: Byggnader i scenario 2 Trädgårdsstaden och deras egenskaper.

Byggnaders namn	A <sub>temp</sub> (m <sup>2</sup> )	Boarea (m <sup>2</sup> /person)	Tomt (m <sup>2</sup> )	Antal bostäder	Antal invånare
HOME #601	157	37	700	192	768
TRANAN	176	43	500	192	768
OBOS (4 lägenheter i ett radhus)	488	30	1 000	282	1 126
Föreställningen (4-våningar träbyggnad)	1 636	23	1 700	614 <sup>5</sup>	1 144



Procent av upptagen mark - trädgårdsstad



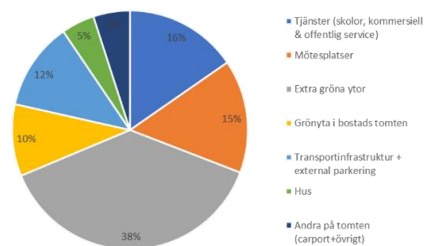
Figur 2: Exemplifiering med Brf Körbärsdalen, etapp 1. <https://www.obos.se/sok-bostad/brf-korsbarsdalen/>. (använt radhus markeras med svart kontur) av scenario 2 Trädgårdsstaden (vänster) samt markanvändning i scenariot (vänster).

### Scenario 3: Den kompakta staden

Scenario 3 Den kompakta staden omfattar ett antal identiska flerbostadshus i betong med 4-6 våningar. Förebilden för dessa byggnader är kvarteret Blå Jungfrun, som har byggts av Skanska.<sup>6</sup> Scenariot för den kompakta staden rymmer 18 stycken Blå Jungfrun-kvarter. Varje kvarter består av fyra byggnader, har en tomt på 8 760 m<sup>2</sup> och en uppvärmd area på 11 003 m<sup>2</sup>. Det innebär att detta scenario rymmer 5 940 invånare i 1 746 bostäder.<sup>7</sup> Boarean per person är cirka 25 m<sup>2</sup>/person.



Procent av upptagen mark - gammal kompakt stad



Figur 3: Blå Jungfrun kvarter, källa: Google Maps (vänster). Den kompakta stadens markanvändning (höger).

### Scenario 4: Den täta kompakta staden - med gröna tak (känslighetsanalys)

Scenario 4 Den täta kompakta staden består liksom scenario 3 helt av sådana byggnader som finns i Skanskas kvarter Blå Jungfruns. Men i scenario 4 finns 30 stycken Blå Jungfrun-kvarter, vilket ska jämföras

<sup>5</sup> 29 lägenheter i flerbostadshus multiplicerade med 21,2 enheter som scenariot för Trädgårdsstaden omfattar.

<sup>6</sup> Blå Jungfrun-kvarteret tillverkades av Skanska och ligger i Hökarängen i södra Stockholm.

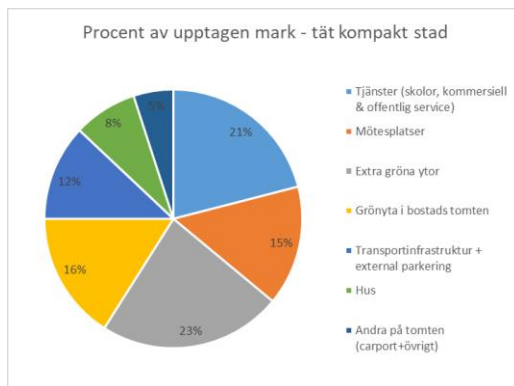
<sup>7</sup> 97 lägenheter per kvarter multiplicerat med de 18 kvarter som scenariot med Den kompakta staden omfattar.

med 18 stycken Blå Jungfrun-kvarter i scenario 3. Scenario 4 är således mycket tätare bebyggt än scenario 3, och en konsekvens av det är att det krävs gröna tak i scenario 4 för att uppnå kravet att GYF ska vara minst 0,5.<sup>8</sup>

I scenario 4 antas att gröna tak täcker cirka 70 procent av bostadshusens takarea. Det bör nämnas att här analyseras gröna tak endast som grönytor. Fördelar med gröna tak som t.ex. dagvattenrening och minskat energibehov, och nackdelar som eventuell högre CO<sub>2</sub>-belastning i byggskedet till följd av behov av konstruktionsförstärkning, materialanvändning för gröna takkonstruktioner m.m. har inte analyserats.

**I Error! Reference source not found.** presenteras markanvändningen för scenario 4 Den täta kompakta staden. Av figuren framgår att det finns mindre extra grönytor i detta scenario än i scenario 3 Den kompakta staden.

Scenario 4 används endast för känslighetsanalys för värdet av ekosystemtjänsterna.



Figur 4: Markanvändning i scenario 4, Den täta kompakta staden.

## 5. METODIK

### 5.1 Konstanta parametrar - generell metod

För att kunna jämföra de två olika stadsdelsutformningarna gjordes några antaganden så att scenarierna skulle bli så realistiska som möjligt och för att möjliggöra jämförelser. De antaganden som har gjorts är att:

- Båda stadsdelsutformningarna har lokaliserats i samma förortsområde
- De har utformats så att det inom stadsdelen tillhandahålls en basnivå av tjänster och anläggningar för respektive scenarios invånarantal,
- De har utformats så att det inom stadsdelen tillhandahålls en god nivå på transportinfrastruktur samt
- De har utformats så att det inom stadsdelen tillhandahålls tillräckliga grönområden. Det har här definierats som att grönytefaktor ska vara minst 0,5 (vilket är ett vanligt krav i kommuner som vill säkerställa för nya stadsdelar erbjuder tillräckliga ekosystemtjänster).

Som ram för de aspekter som har utvärderats i jämförelsen av scenariernas hållbarhetsprestanda användes Sweden Green Building Councils hållbarhetscertifieringssystem CityLab för stadsdelar.<sup>9</sup> Det omfattar ett antal fokusområden och indikatorer, samt minimikrav för hållbarhet för vissa av indikatorerna. En plan för andel bebyggd mark som fördelas i tjänster, skolor, transportinfrastruktur,

<sup>8</sup> Som nämndes tidigare används i denna studie den förenklade definitionen att GYF är kvoten mellan den samlade arean för grönytor i området och områdets totala area.

<sup>9</sup> CityLab för stadsdelar, Sweden Green Building Council (SGBC), <https://www.sgbc.se/app/uploads/2019/04/Remissversion-Citylab-certifiering-av-stadsdelar.pdf>

offentliga utrymmen och gröna ytor samt hustomterna skapades för de två stadstyperna baserad på litteratursammanställning, CityLabs indikatorer samt en iterativ process för att inkludera ett maximalt antal enhetliga bostäder i den valda marken.<sup>10</sup>

För fokusområdet bostadssektorns växthusgasutsläpp har livscykelanalys (LCA) använts. Detta valdes eftersom senare tids forskning visar att koldioxidutsläppen från byggskedet kan vara i samma storleksordning som koldioxidutsläppen från driftsskedet i nya byggnader, och att det kan komma att bli ännu viktigare om nya hus blir ännu mer energieffektiva och använder en allt större andel förnybara energikällor. För kvarteret Blå Jungfrun finns en detaljerat LCA-rapport att basera analysen på, ”Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus” (Malmqvist, T. et al, 2018). Det LCA-underlaget användes utan ändringar. För att de andra bostadstyperna ska vara jämförbara ur ett LCA-perspektiv utformades alla LCA-analyser på samma sätt som LCA-analysen för Blå Jungfrun. I Tabell 2 visas livscykelmoduler för byggnader samt vilka moduler som har analyserats i denna studie (markerat med X). I LCA-beräkningarna ingår grundläggning, golv, tak, yttre och inre väggar, fönster, dörrar samt installationer för el och ventilation. Den funktionella enhet som används i analysen är CO<sub>2,e</sub>/m<sup>2</sup> uppvärmd area för en livslängd på 50 år. Programvaran BECE (Basic Energy and CO<sub>2</sub> Emissions for Buildings) (Wallhagen, M. et al, 2011) har använts för beräkningarna av LCA-steg A1-3. För resterande skeden har beräkningar genomförts för hand och baserats på data från respektive byggföretag, information från litteraturen samt uppskattningar baserade på data från de olika byggnaderna som analyserades i ”Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus” (Malmqvist et al, 2018).

Tabell 2: Livscykelmoduler för byggnader. De moduler som analyseras i denna studie är markerade med X.

Produktskede (A1-A3)			Byggproduktions-skede (A4-A5)		Användningsskede (B1-B7)							Slutskede (C1-C4)			Tilläggs-info (D)	
A1 - Råvaruförskning	A2 - Transport till fabriken	A3 - Tillverkning	A4 - Transport till byggsplatsen	A5 - Bygg- och installationsprocessen	B1 - Användning	B2 - Underhåll	B3 - Reparation	B4 - Utbyte	B5 - Ombyggnad	B6 - Driftsenergi	B7 - Driftens vattenanvändning	C1 - Demontering och rivning	C2 - Transport	C3 - Resproduktbehandling	C4 - Bortskaffning	D - Fordelar och belastningar utanför systemgränsen
X	X	X	X	X		X		X		X		X	X	X	X	X

## 5.2 Analyserade stadsdelsutformningar

### 5.2.1 Inledande jämförande studie, examensarbete (Vlassopoulou E., 2019)

Upprinnelsen till denna studie var ett examensarbete som genomfördes 2019 (Vlassopoulou E., 2019). Där jämfördes ett scenario med en kompakt stadsdel med ett antal identiska flerbostadshus av betong med ett scenario med en stadsdel uppbyggd med ett antal identiska enplanshus i trä. Det förstnämnda scenariot benämndes inledningsvis ”Kompakt stadsdel”, men har i senare delar av arbetet fått benämningen ”Gammal kompakt stadsdel”. I denna sammanfattning används benämningen ”Kompakt stadsdel” och är scenario 3 i kapitel 4. Byggnaderna som ingår i scenario 3 är identiska med byggnaderna i kvarteret Blå Jungfrun som har byggts av Skanska. Det andra scenariot benämndes inledningsvis ”Trädgårdsstad”, men har i denna sammanfattning istället getts benämningen ”Tät villastad”. Detta scenario består helt av småhus av typen Linnea som tillverkas av Älvsbyhus, och är det som beskrivs som Scenario 1 kapitel 4.

### 5.2.2 Byte av scenario från Den täta villastaden till Trädgårdsstad (Bilagor 1, 2, 3)

I det fortsatta arbetet ersattes scenario 1 Den täta villastaden med scenario 2 Trädgårdsstaden. Trädgårdsstadsscenario har en blandning av träbyggnader, till skillnad mot scenariot Den täta villastaden

<sup>10</sup> De Citylab-Indikatorer som har beaktats i denna studie är trygghet, tillit till grannskapet, mötesplatser, serviceutbud, resvanor, byggnaders energianvändning, klimatpåverkan och biologisk mångfald (indirekt bedömning genom tillhandahållande av grönytor)



som bara har en byggnadstyp. I scenariot Den täta villastaden används fyra olika hustyper: HOME#601, TRANAN, OBOS radhus och Hus A (Föreställningen).<sup>11</sup>

Fyra olika varianter av utformningen av scenariot Trädgårdsstaden analyserades i den delstudie som presenteras i Bilaga 3. I denna sammanfattning presenteras endast scenarioalternativ A2 som bedöms vara det alternativ som bäst stämmer överens med de önskemål som boende uttrycker i en studie som tagits fram av Boverket (Boverket, 2014). Där framgår det att 70 procent av de som ingår i studien vill bo i småhus eller radhus. Trädgårdsstadsscenarioet är liktydigt med Scenario 2.

### 5.2.3 De tre huvudscenarierna och deras huvudsakliga egenskaper

I Tabell 3 redovisas de huvudsakliga egenskaperna för de tre scenarier för stadsdelsutformning som jämförs. Scenariot Trädgårdsstadens egenskaper ligger mellan egenskaperna för scenarierna Den kompakta staden och Den täta villastaden. Grönytefaktorn, GYF, ligger i intervallet 0,52-0,56 för de tre scenarierna, men det finns betydligt mer offentlig grönyta per person i scenariot Den kompakta staden eftersom GYF där nås med offentliga grönytor. På motsvarande sätt dominerar privata trädgårdar i scenarierna för trädgårdsstaden och den täta villastaden.

Tabell 3: Huvudsakliga egenskaper inom respektive scenario

	Tät villastad (Scenario 1)	Trädgårdsstad (Scenario 2)	Kompakt stadsdel (Scenario 3)
Antal byggnader	618	476	18
Antal bostäder	618	1 280	1 746
Antal invånare	2 472	3 806	5 940
Täthet (personer/ha)	38	59	92
Grönytefaktor	0,56	0,52	0,56
Offentlig grönyta/person (gröna tak ingår inte)	21	32	61
Typ av byggnader	Friliggande småhus av samma typ	Två typer av friliggande småhus, radhus och flerbostadshus i 4-våningar	4 flerbostadshus i 5-6 våningar

## 5.3 Känslighetsanalys - bostadssektorn

I det nu redovisade arbetet har en känslighetsanalys med olika antaganden genomförts, vilka analyser som har genomförts presenteras nedan.

### 5.3.1 Vissa förändringar i materialval för småhus Linnea i den täta villastaden

I denna del av studie har det undersökts vilka konsekvenserna avseende koldioxidutsläpp i byggskedet skulle bli av att vissa material som används i småhus Linnea småhus (scenario 1). De alternativa val som analyserades avser grundläggningstyp och takmaterial.

Småhus Linnea tillverkas med betongtakpannor. I känslighetsanalysen ersattes de med tegeltak respektive tegeltak och solceller. Det antogs här att solpanelerna ger cirka 80 procent av husets energianvändning (exklusive hushållsel) på årsbasis. Resterande energibehov antogs försörjas med nordisk elmix.

<sup>11</sup> HOME#601 tillverkas av Trivselhus, TRANAN tillverkas av Fiskarhedenvillan, radhuset tillverkas av OBOS och Hus A tillhör kvarter "Föreställningen" och tillverkas av Derome.

I det ursprungliga arbetet hade småhus Linnea kryppgrund. I känslighetsanalysen antogs huset istället vara byggt med platta på mark av standardbetong respektive med platta på mark av klimatförbättrad betong.

Denna delstudie redovisas i sin helhet i Bilaga 1.

### 5.3.2 Ersättning av betongkonstruktioner med träkonstruktioner i scenario 3

I denna del har en känslighetsanalys gjorts där träkonstruktioner har ersatt betongkonstruktioner i scenario 3 Den kompakta staden. Syftet med denna analys var att se hur ett byte till träbyggnader kan påverka scenariots CO<sub>2</sub>-utsläpp. I studien *Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus* användes hustillverkaren Lindbäcks system som alternativ för Blå Jungfrun (Malmqvist, T. et al, 2018).<sup>12</sup> LCA-resultaten (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>) från den nämnda studien användes oförändrade som underlag i denna känslighetsanalys. Alla byggnader i Blå Jungfrun-kvarteren i scenario 3 byttes alltså till byggnader enligt Lindbäcks system, och beräkningar genomfördes för LCA-resultat på stadsdelsnivå.

Denna analys redovisas i sin helhet i Vlassopoulous examensarbete (Vlassopoulou E., 2019).

### 5.3.3 Förtätning av Den kompakta stadsdelen

Scenariot för den kompakta staden som analyserades i Vlassopoulous examensarbete (Scenario 3 i denna studie) bedömdes inte vara tillräckligt tätbebyggd för att motsvara dagens kompakta stadsdelar i storstäder. Därför skapades ett nytt scenario som förtätar den kompakta staden genom att reducera den tillgängliga grönytan på marken och ersätta den med fler byggnader. Den önskade GYF därmed nås med hjälp av gröna tak. Detta scenario är liktydigt med Scenario 4.

Denna analys redovisas i sin helhet i Bilaga 1.

### 5.3.4 Alternativ typ av betong i den kompakta stadsdelen

Ytterligare en känslighetsanalys har genomförts avseende den betongtyp som används i byggnaderna i scenariot Den kompakta staden. Blå Jungfrun valdes inledningsvis eftersom denna typ av byggnad ansågs vara representativ för de flerbostadshus i betong som byggs idag i Sverige. Dock utvecklas teknik och metoder ständigt, och en känslighetsanalys gjordes av vilken skillnad som skulle erhållas om byggnaderna i scenariot Den kompakta stadens hade byggts med den betongtyp som Riksbyggen använde i Brf Viva i Göteborg.<sup>13</sup> I den betongtypen byttes en del av portlandcementen mot flygaska och slag.

Efter analys av studierna om Blå Jungfrun och Brf Viva justerades Blå Jungfruns CO<sub>2</sub>-utsläpp till den klimatpåverkan som skulle erhållas med det betongrecept som används i Brf Vivas olika byggnadskomponenter av betong. Detta gjordes baserat på information om vilken mängd betong som har använts i Blå Jungfrun och en beräkning av vilken förändring som skulle bli fallet med den andra typen av betong. Ett undantag är att Blå Jungfruns VST-skivor inte förändrades.<sup>14</sup>

Denna analys redovisas i sin helhet i Bilaga 2.

### 5.3.5 Solceller på 50 procent av hustaken

En annan delstudie som har genomförts omfattade att undersöka vilken inverkan en installation av kiselceller på 50 % av taken kan få för byggnadernas och stadsdelarnas klimatpåverkan. Analysen gjordes både för scenariot Trädgårdsstaden och scenariot den kompakta staden. Solcellernas utsläpp beror på vilken energimix som används vid tillverkningen, vilket i sin tur främst beror på var solcellerna produceras.

I denna studie antogs att svenska poly-Si solpaneler med ett klimatavtryck på 20 g CO<sub>2e</sub>/kWh genererad energi användes (Svensk Solenergi, 2018), och den elmix som användes för jämförelsen är nordisk elmix

<sup>12</sup> Lindbäcks system bygger på prefabricerade volymelement i trä.

<sup>13</sup> En detaljerad studie har gjorts avseende val av materialet för denna byggnad, *Energi och klimateffektiva byggsystem: Miljövärdering av olika stomalternativ* (Kurkiken, Noren, Penalzoa, Al-Ayish, & During, 2015)

<sup>14</sup> VST: VerbundSchalungsTechnik, eller Composite Formwork Technique (VST Group, u.d.). VST system: metod för att bygga platsgjutna väggar med väggformelement bestående av cementbundna träfiberskivor. Prefabricerade formelement gjuts ihop på plats med betong. Bjälklagen består av platsgjuten betong samt slakarmerat plattbärlag (kvarsittande betong) <https://www.vstnordic.se/vst-systemet/>.

(2016) med en emissionsfaktor på 102g CO<sub>2e</sub>/kWh, enligt (Malmqvist, T. et al, 2018). Solceller antogs installeras på taken i hälften av byggnaderna i scenarierna 2 och 3. I Trädgårdsstaden (scenario 2) ersatte byggnadsintegrerade poly-Si solpaneler takpannor i hälften av småhusen och radhusen. För Trädgårdsstadsscenarioets flerbostadshus A (Föreställningen) antogs inte denna åtgärd vidtas, eftersom det huset redan är försett med solpaneler. I den kompakta staden (scenario 3) antogs att poly-Si solpaneler installerades fristående på hälften av byggnadernas tak.<sup>15</sup>

Denna analys redovisas i sin helhet i Bilaga 4.

## 5.4 Transport - mobilitet

Denna delstudie syftade till att ur ett helhetsperspektiv identifiera hur bebyggelsestruktur i en stadsdel kan påverka hållbarhet utifrån miljö- och sociala aspekter. Här studerades scenarierna Trädgårdsstaden (scenario 2) och Den kompakta staden (scenario 3) med deras respektive gatunät och befolkningstäthet. Här har exempel från befintliga stadsdelar i Stockholmsregionen använts som referenser avseende befolkningstäthet och underlag för beräkning av infrastruktur- och transportrelaterade utsläpp. En jämförelse mellan egenskaperna för scenario 2 och 3 presenteras i Tabell 4 tillsammans med motsvarande egenskaper hos de referensscenarier som har använts. Denna delstudie har fokuserat på transportinfrastrukturens markanvändning, transportinfrastrukturens klimatpåverkan (inklusive bostädernas parkeringsplatser), och på analys av hur bilinnehav per hushåll och trafikrelaterade beteende generellt bedöms påverkas av stadsdelsutformning.

Tabell 4: Referensområden - och deras respektive egenskaper - som används för att bedöma transportdata samt värdet av ekosystemtjänster för scenarierna 2 Trädgårdsstaden och 3 Den kompakta stadsdelen.

	Trädgårdsstad (Scenario 2)				Kompakt stadsdel (Scenario 3)		
	Bromma trädgårdsstad	Hägersten stadsdel	Duvbo & Rissne <sup>16</sup>	Trädgårdsstaden (Scenario 2)	Midsommarkransen	Rinkeby	Den kompakta staden (Scenario 3)
Area (km <sup>2</sup> )	6,8	1,93	2,13	0,65	0,98	1,27	0,65
Invånare	23 257	10 142	10 796	3 806	11 710	16 693	5 940
Befolkningsstäthet (inv/km <sup>2</sup> )	3 420	5 255	5 068	5 891	11 949	13 144	9 195

Denna analys redovisas i sin helhet i Bilaga 5.

## 5.5 Ekosystemtjänster

Syftet med denna delstudie var att kvantitativt jämföra de studerade stadsutformningsscenarierna ur ett ekosystemtjänstperspektiv. I denna delstudie har samma antaganden för i anspråktagen mark för transportinfrastruktur använts som i delstudien ”Trädgårdsstäder vs kompakta städer - transport & mobilitet” (Bilaga 5).

De antaganden som har gjorts innebär att transportinfrastrukturen i trädgårdsstadsscenarioet (scenario 2) tar 13 procent av stadsdelens mark i anspråk och motsvarande andel för scenarioet med Den kompakta staden (scenario 3) är 15 procent. Det innebär i sin tur att den mark som är tillgänglig för allmänna

<sup>15</sup> Solceller installeras ovanpå taket eftersom nödvändig taklutning (4 grader) inte kan erhållas för effektiva BIPV

<sup>16</sup> Duvbo & Rissne har beaktats i denna studie som en och samma stadsdel och medelvärdena av de två områdena har beräknats

grönytor minskas, eftersom det i de tidigare beskrivna delrapporterna antogs att transportinfrastruktur upptar 12 procent i båda de analyserade stadsdelsutformningarna. Det nya antagandet om markandel för transportinfrastruktur får som konsekvens att GYF minskar till 0,54 i scenario 2 Trädgårdsstaden respektive 0,53 i scenario 3 Den kompakta staden. Även Scenario 4, scenariot för den täta kompakta staden analyseras i detalj i denna delstudie, för att även kunna göra en jämförelse där ekosystemtjänster som tillhandahålls av gröna tak ingår. I scenario 4 Den täta kompakta staden är i anspråkstagen mark för transportinfrastruktur 19 procent (alla antaganden beskrivs i delrapporten om transport och mobilitet, Bilaga 6). Det gör att den önskade grönytefaktorn (GYF) på 0,5 inte kan nås, inte ens med gröna tak på 70 procent av byggnadernas tak area. Därför ökades andelen gröna tak till 86 procent för att uppnå kriteriet att GYF ska vara minst 0,5.

Syftet med en värdering av ekosystemtjänster är att visa på och skapa förståelse för människors beroende av fungerande och friska ekosystem (Naturvårdsverket, 2015). Det finns olika metoder för värdering av ekosystemtjänster såsom kvalitativa beskrivningar, poängsystem och ekonomisk värdering. Ekosystemtjänster kan definieras som ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande, som genererar nyttor vilka bidrar till vår välfärd och livskvalitet. Dessa nyttor kan i sin tur omvandlas till ekonomiska värden, som analyseras i denna delstudie.

Vid identifieringen av vilka ekosystemtjänster som kan genereras i scenarierna 2, 3 och 4 har Boverkets indelning och beteckningar enligt ESTER-verktyget använts.<sup>17</sup> I resultaten presenteras ekonomiska värden för de ekosystemtjänster som har kunnat uppskattas i de tre scenarierna. Dessa ekonomiska värden 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 undersökt hur ekosystemtjänster tillhandahålls av gräs, buskar, träd och gröna tak levererar nyttor i kvantitativa mått genom att använda sig av indikatorer som t.ex. upptag av NO<sub>x</sub> per m<sup>2</sup>, vad människor är villiga att betala för en ökning av en ekosystemtjänst och vilken kostnad som har undvikits tack vare ekosystemtjänsten.

Beroende på hur ekosystemtjänsterna bidrar till människors välbefinnande delas de vanligen in i grupperna stödjande, reglerande, försörjande och kulturella ekosystemtjänster. Alla dessa beskrivs i delstudierapporten. Totalt har elva ekosystemtjänster beskrivits kvalitativt i denna studie, och sju av dem har därefter 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. 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.

Eftersom ursprungscenarierna Trädgårdsstaden (scenario 2) och Den kompakta staden (scenario 3) och Den täta kompakta stadsdelen (Scenario 4) har ungefär samma GYF 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 5) för att kunna analysera hustomtarna i Trädgårdsstaden. Vidare har den vegetationstyp som finns i kvarteret Blå Jungfrun som Skanska har byggt i södra Stockholm (se Figur 6) använts för att kunna analysera gårdarna i scenarierna Den kompakta stadsdelen och Den täta kompakta staden. Val av vegetation för radhusens tomter visas i Figur 7.

---

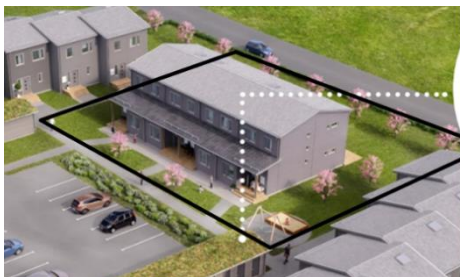
<sup>17</sup> <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/ester/>



Figur 5: Villatomter i referensstadsdelarna Bromma och i Gamla Enskede.



Figur 6: Blå Jungfrun kvarter - kvartersgränsen markeras med gul linje.



Figur 7: Radhus BRF` Körsbärsdalen från OBOS, tomtragränsen markeras med svart linje (höger).

För beräkningarna av scenariernas ekosystemtjänster har underlag om vegetation (träd, gräs och buskar) från fem referensområden använts för de publika grönytorna, och för typvegetation i trädgårdar har exempel från trädgårdar i de använda referensområden som är trädgårdsstadlika (se google earth-bilderna i Figur 5). I scenario 4 Den täta kompakta stadsdelen inkluderas också gröna tak på 86 procent av byggnadernas tak area så att den önskade grönytefaktor på 0,5 kan nås. De gröna taken antas vara energitak med begränsad mängd vegetation. I Tabell 5 redovisas area och typ gröna ytor för respektive scenario och i Tabell 6 redovisas mängden grönytor per person i de tre scenarierna.

Tabell 5: Summering av grönytor för de ursprungliga scenarierna Trädgårdsstaden (scenario 2) och Den kompakta staden (scenario 3) samt för Den täta kompakta staden (scenario 4).

Totala gröna ytor inom stadsdel					Totalt	Totalt utan gröna tak
	Gräs (m <sup>2</sup> )	Träd (m <sup>2</sup> )	Buskar (m <sup>2</sup> )	Gröna tak (m <sup>2</sup> )		
Trädgårdsstad (Scenario 2)	12 7678	150 579	52 647	0	330 905	
Kompakt stadsdel (Scenario 3)	216 195	72 233	33 634	0	322 062	
Tät kompakt stadsdel - gröna tak (Scenario 4)	163 002	73 332	24 866	42 210	303 410	261 200

Tabell 6: Offentliga och privata grönytor per person för scenario 2 och 3, och 4

	Trädgårdsstad (Scenario 2)	Tät kompakt stad (Scenario 4)	Kompakt (Scenario 3)	stad
Offentliga grönytor (m <sup>2</sup> )/person	32	18	47	
Privata och semiprivata grönytor (m <sup>2</sup> )/person	61	11	11	
Gröna tak (m <sup>2</sup> )/person		4		

Ekosystemtjänstanalysen redovisas i sin helhet i Bilaga 6.

## 6. RESULTAT – BOSTADSBYGGNADER

### 6.1 Ursprungliga scenarier

I Diagram 1 redovisas jämförelsen av de analyserade scenariernas klimatpåverkan från byggnaderna. Resultaten redovisas både i utsläpp per capita och utsläpp per areaenhet bostad.

I Diagram 1 redovisas jämförelsen av utsläpp per år för respektive antalet av varje hustyp inom stadsdelen i de tre ursprungliga scenarier. Det kan ses att trädgårdsstaden presterar mycket bättre än den kompakta staden, med ca 38 procent lägre utsläpp per boende och ca 41 procent lägre utsläpp per m<sup>2</sup>. Störst andel i denna skillnad tillhör byggskedet, eftersom de byggnaderna i den kompakta staden är mer koldioxidintensiva vid tillverkningen, transporter och installation. Vidare, ger trädgårdsstaden ca 10 procent lägre utsläpp per person och ca 17 procent lägre utsläpp per areaenhet bostad än den täta villastaden, på grund av att villastaden svarar för högre energianvändning under drift, vilket kan främst bero på att flerbostadshustyp som valdes för trädgårdsstaden täcker en del av sitt energibehov med solenergi.

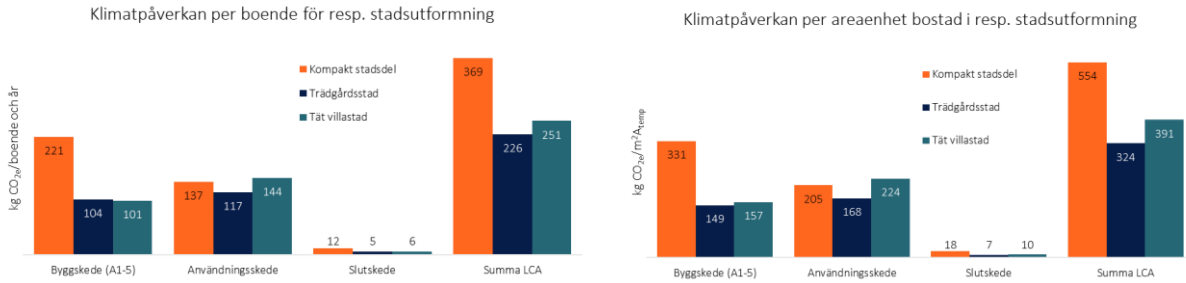


Diagram 1: Klimatpåverkan per capita (kg CO<sub>2</sub>e/boende och år) (vänster) och per areaenhet bostad (höger) för scenario 1-3, Den täta villastaden, Trädgårdsstaden respektive Den kompakta staden.

När det gäller hela stadsdelens klimatpåverkan per år från bostäderna (Diagram 2), har scenario 3 Den kompakta staden nästan 2,6 gånger högre utsläpp än scenario 2 Trädgårdsstaden, och scenario 1 Villastaden svarar för ca 27 procent lägre utsläpp än trädgårdsstaden.

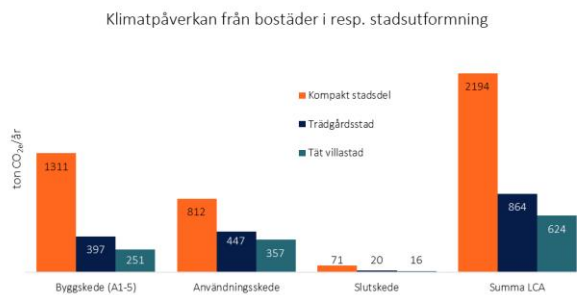
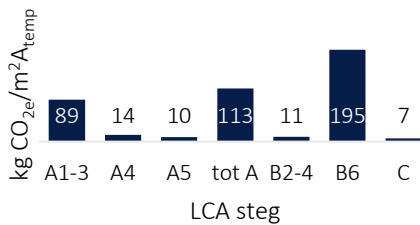


Diagram 2: Hela stadsdelens klimatpåverkan (ton CO<sub>2</sub>e/år) för scenario 1-3, Den täta villastaden, Trädgårdsstaden respektive Den kompakta staden. Beräkningen baseras på en livslängd på 50 år.

I Diagram 3 och Diagram 4 presenteras resultaten från livscykelanalysen för de olika bostadstyperna i Trädgårdsstaden. I dessa diagram saknas dock utsläpp från byggnadernas installationer (motsvarar uppskattningsvis 14 procent av CO<sub>2</sub>-utsläppen under byggskedet, vilket i sin tur uppskattas till ca 4 procent under byggnadernas hela livslängd, här räknat på 50 år). Generellt finns det ett samband mellan utsläpp från tillverkningskede och utsläpp från driftsskede för småhustyperna, vilket kan förklaras av en ökad energianvändning till följd av mindre isolering och lättare material; och vice versa. I flerbostadshuset Föreställningen har solceller installerats, dessas utsläpp från tillverkningen har inkluderats i LCA-analysens steg A1-3. I jämförelsen av utsläppen från bostäderna i Trädgårdsstadsscenarioet och Den kompakta staden-scenarioet kan det noteras flerbostadshusens utsläpp från produktionskedet är större än husen i Trädgårdsstaden (såväl steg A1-3 som steg A5), men att flerbostadshusens utsläpp från driftsskedet är lägre småhusens. Det beror på att en stor del på att flerbostadshusets behov av fastighetsel i dessa beräkningar täcks av solceller samt att flerbostadshuset har mindre klimatskalsarea i relation till boarea än vad småhus har.

HOME#601 - klimatavtryck



TRANAN - klimatavtryck

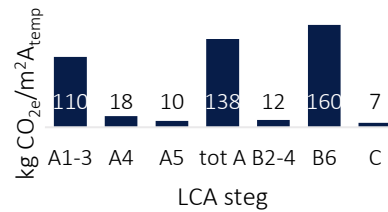
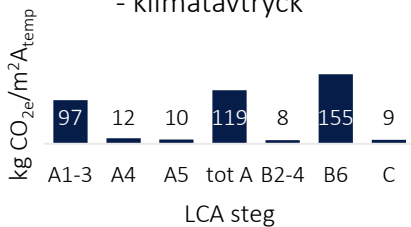


Diagram 3: LCA resultaten (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>) för småhusen i scenario 2 Trädgårdsstaden: HOME#601 - LCA (vänster); TRANAN - LCA (höger).

Radhus 02-1003 från OBOS - klimatavtryck



Föreställningen - klimatavtryck

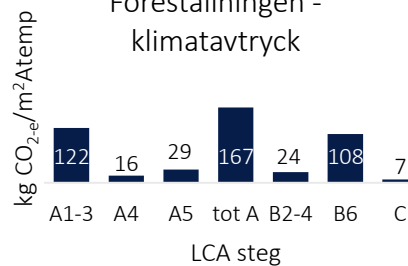
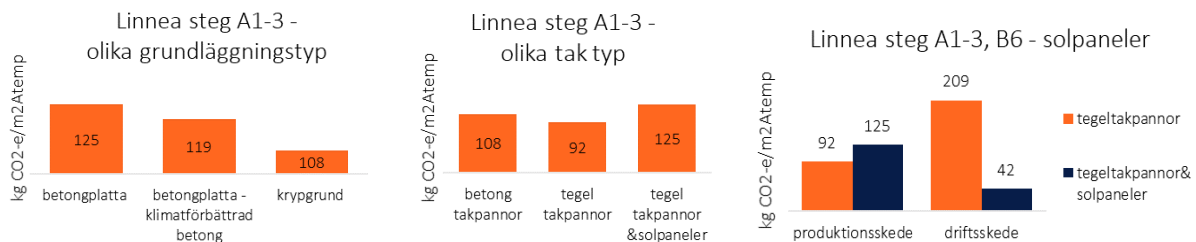


Diagram 4: LCA resultaten (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>) för radhuslägenheter och flerbostadshus i scenario 2 Trädgårdsstaden. Lägenhet 02-1003 - LCA (vänster), Föreställningen - LCA (höger).

## 6.2 Känslighetsanalyser

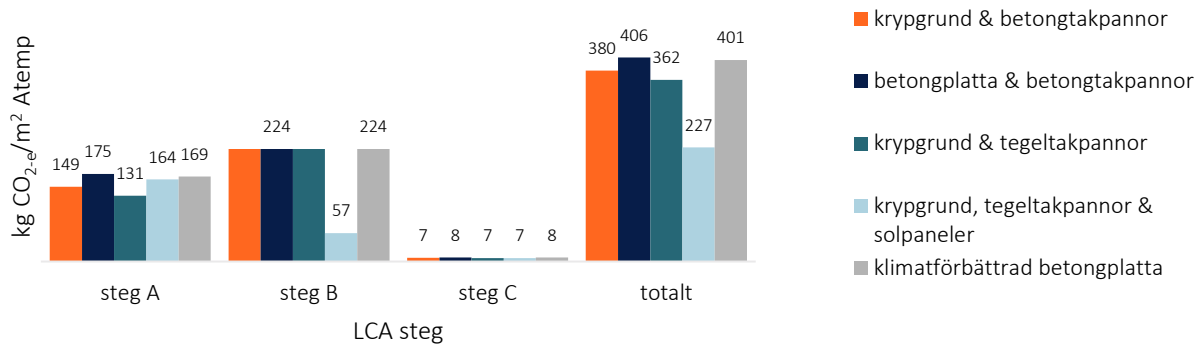
### 6.2.1 Känslighetsanalys - materialval för scenario 1 Den täta villastaden

I Figur 8 visas de individuella resultaten för åtgärderna i känslighetsanalysen för Linnea småhus. I Figur 9 visas en samlad jämförelse mellan de CO<sub>2e</sub>-utsläpp som är resultatet av de olika åtgärderna som antogs genomföras i känslighetsanalysen för småhus Linnea.



Figur 8: Klimatavtryck för Steg A1-3 för småhus Linnea (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>) med olika grundläggningstyp (vänster), Linneas klimatavtryck för steg A1-3 (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>) med olika taktyp (mitten), Linneas klimatavtryck för steg A1-3 och B6 (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>) med respektive utan solpaneler (höger).





Figur 9: Klimatavtryck för småhus Linnea ( $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{m}^2\text{A}_{temp}$ ), jämförelse av olika åtgärder.

## 6.2.2 Känslighetsanalys - materialval för scenario 3 Den kompakta staden

### 6.2.2.1 Trä istället för betong

Klimatpåverkan per boende för resp. stadsutformning

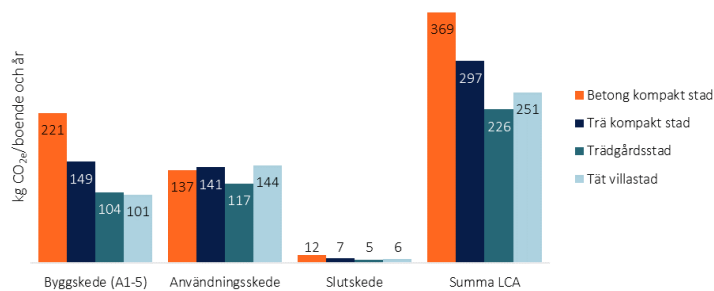


Diagram 5: Klimatpåverkan per boende för scenario 1-3, Den täta villastaden, Trädgårdsstaden respektive Den kompakta staden samt en känslighetsanalys för scenario 3 där byggnadskomponenter av betong har ersatts med byggnadskomponenter av trä.

Fördelarna att använda trä är uppenbara i Diagram 5 eftersom koldioxidutsläppen per person i scenario 3 Den kompakta stadsdelen minskar totalt med 20 procent. Dock, som framgår av diagrammen, har scenario 2 Trädgårdsstaden fortfarande lägst utsläpp. Trädgårdsstaden har cirka 24 procent lägre utsläpp, eftersom höghus erfordrar mer byggnadsmaterial på grund av brandkrav och de gemensamma utrymmen som trapphus, hissar m.m.

### 6.2.2.2 Klimatförbättrad betong

Utsläpp per boende från tillverkningskedet kan minska med 16 procent och på stadsdelsnivå kan de totala utsläppen per bostadsareaenhet och per boende i scenario 3 Den kompakta staden minska med 8 procent med användning av den klimatförbättrade betong som används i känslighetsanalysen. Dock har både scenario 2 Trädgårdsstaden och scenario 1 Villastaden fortfarande betydligt lägre  $\text{CO}_2$ -utsläpp.

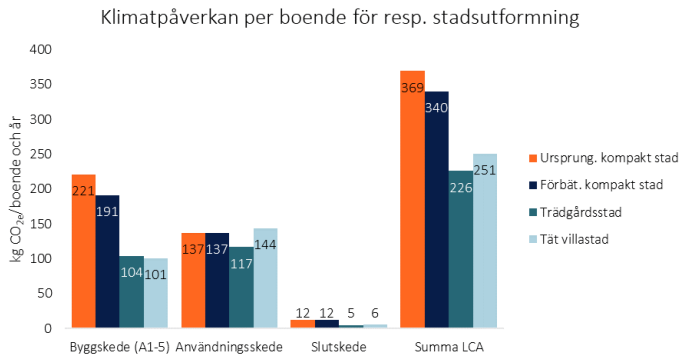


Diagram 6: Klimatpåverkan per boende för scenario 3 Den kompakta staden med ursprungliga antaganden respektive med klimatförbättrad betong, scenario 2 Trädgårdsstaden och scenario 1 Villastaden.

En känslighetsanalys med samma betongtyp har även gjorts för grundläggningen av byggnaderna i scenario 2 Trädgårdsstaden. Den klimatförbättrade betongen ger en minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen per kvadratmeter på cirka 6 procent för småhusen, cirka 3 procent för radhusen respektive 2 procent för flerbostadshusen i Trädgårdsstaden, men för scenariot som helhet blir minskningen mindre än 1 procent. Detta beror på att klimatförbättrad betong i Trädgårdsstaden endast används i grundläggningen medan den används i hela konstruktionen i Den kompakta staden.

#### 6.2.2.3 Förtätning av stadsdelen (Scenario 4)

I Tabell 7 presenteras de huvudsakliga egenskaperna av den täta kompakta staden, som beskrivits i kapitel 4 (Scenario 4), och refererats i kapitel 5.3.3, i jämförelse med de respektive egenskaperna av den ursprungliga kompakta staden av Scenario 3. I den täta kompakta staden finns det 1,7 fler Blå Jungfrun kvarter och antal invånare är ca 1,7 gånger fler än i det ursprungliga scenariot. Dock är offentlig grönyta per person betydligt mindre i den tätare staden.

Tabell 7: Huvudsakliga egenskaper inom respektive scenario.

	Kompakt stadsdel (Scenario 3)	Tät kompakt stadsdel (Scenario 4)
Antal byggnader	18	30
Antal bostäder	1 746	2 910
Antal invånare	5 940	9 900
Täthet (personer/ha)	92	153
Grönytefaktor	0,56	0,53
Offentlig grönyta/person (gröna tak ingår inte)	61	31
Typ av byggnader	4 Flerbostadshus i 5–6 våningar	4 Flerbostadshus i 5–6 våningar

Koldioxidutsläppen är oförändrade både per person och per kvadratmeter uppvärmd area eftersom det har antagits att samma byggnader används även i förtätningen. Men klimatpåverkan på områdesnivå förändras betydligt när Den kompakta staden förtätas, Diagram 7. Det beror på att det antas finns nästan dubbel så många byggnader i Den täta kompakta staden (scenario 4) som i Den kompakta staden (scenario 3).

Klimatpåverkan från bostäder i resp. stadsutformning

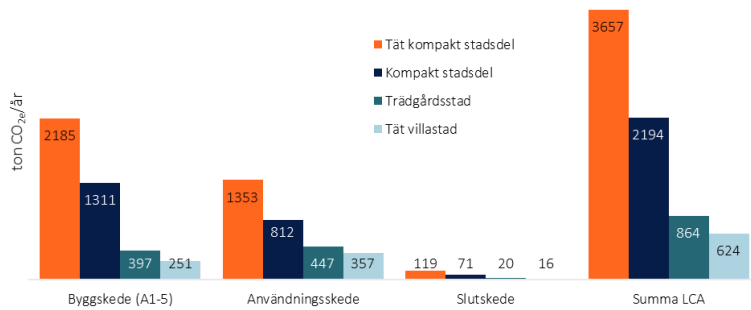


Diagram 7: Klimatpåverkan per år i hela stadsdelen. Jämförelse mellan scenario 1-3, Den täta villastaden, Trädgårdsstaden respektive Den kompakta staden. För analysen har en livslängd på 50 antagits.

### 6.3 Solceller på taken på 50 procent byggnaderna i scenario 2 och 3

Antagandet om solceller på hälften av taken minskar koldioxidutsläppen betydligt i driftsskedet, Diagram 8. För scenario 2 Trädgårdsstaden blir minskningen 30 procent, och för scenario 3 Den kompakta staden blir minskningen 17 procent. I båda fallen innebär denna åtgärd en liten ökning av byggskedets utsläpp. Även om driftsskedets utsläpp för varje enskilt småhus med solpaneler minskas med cirka 80 procent, krävs det åtgärder av större omfattning för att signifikant minska utsläppen på stadsdelsnivå.

Klimatpåverkan per boende för resp. stadsutformning

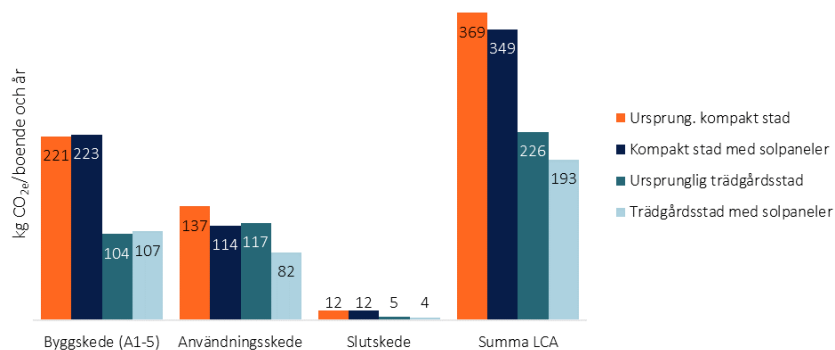


Diagram 8: Klimatpåverkan per boende för scenarierna 2 och 3 (Trädgårdsstad och Den kompakta staden) med känslighetsanalys för solpaneler på 50 procent av taken.

## 7. RESULTAT TRANSPORT OCH MOBILITET

### 7.1 Transportinfrastrukturens markanvändning

Det tycks inte finnas något starkt samband mellan andel markanvändning för transportinfrastruktur och bebyggelse typ, även om det varierar vilken typ av infrastruktur som behövs för olika stadsutformningar. Den storlek på områden som analyseras (kvarter, stadsdelar, kommuner, städer) har förstås betydelse för hur stor andel markyta som tas i anspråk för transportinfrastruktur. Generellt har det visat sig vara svårt att bedöma hur stor andel markarea som transportinfrastruktur upptar på stadsdelsnivå, och de underlag som redovisas i litteraturen verkar variera betydligt, se Tabell 8. I denna studies scenarion används Tegelberg & Svenssons (Tegelberg & Svensson, 2013) värden för i anspråktagen mark för vägar. Det innebär att 13 procent av marken i scenario 2 Trädgårdsstaden antas användas för transportinfrastruktur, för scenario 3 Den kompakta staden antas 15 procent behövas för detta ändamål och för scenario 4 Den täta kompakta staden behövs 19 procent.

Tabell 8: Transportinfrastrukturens markanvändning för scenarierna 2 Trädgårdsstaden, 3 Den kompakta staden och scenario 4 Den täta kompakta staden enligt olika källor.

Procent av stadsdelens mark	Källa	Vad det handlar om	Kommentar
20-30 % för alla stadsdelar	Spacescape	Rekommendation för stadsdel	Alltför trafikdominerat område om trafikinfrastrukturen tar högre än 30 % av mark i anspråk
13 % för motsvarande trädgårdsstaden, 15 % för motsvarande kompakta stadsdelen 19 % för motsvarande täta kompakta stadsdelen	Svenskt Vatten Utveckling	60 studerade områden med arean 10-30 ha	Små områden - area som upptas av vägar.
9 %	Stockholms stad <sup>18</sup> .	Statistiken för stadsdelar	Statistik för Stockholms stadsdelområden, inkl. gator och torg inklusive trafikleder
14 %	SCB	Statistik för hela Stockholm	Statistik för transportinfrastrukturarean i Stockholm inkl. hamnar, flygplatser, järnvägar

## 7.2 Koldioxidutsläpp från transportinfrastruktur

I den här rapporten antas att transportinfrastrukturen tillverkas av material som har samma koldioxidutsläpp i de scenarierna Trädgårdsstaden och Den kompakta staden, men att andelen huvudgator och lokalgator skiljer sig åt mellan scenarierna. Med hänsyn till de referensområden (Bilagorna 6.1.1 och 6.1.2 i Bilaga 6) har trafikflöden (årsdygnstrafik, ÅDT) uppskattats för huvudgator och lokalgator för respektive stadstyp. Baserat på referensområdenas kartor antas att i Den kompakta staden är 40 procent av vägarna huvudgator och resten lokalgator, och i Trädgårdsstaden antas på samma grunder andelen huvudgator vara 15 procent av alla vägar och 85 procent lokalgator. Vidare har en studie från VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut) (Karlsson & Carlson, 2010) använts för att beräkna koldioxidutsläppen för anläggning, drift och underhåll av de två typerna av gator (lokalgator och huvudgator), resultaten visas i Tabell 9. Scenario 3 den kompakta staden har högre utsläpp och högre befolkningstäthet än scenario 2 Trädgårdsstaden, men ett lägre koldioxidutsläpp per capita trots att scenario 3 har fler och större vägar.

Tabell 9: Utsläpp från vägarna i scenarierna 2 Trädgårdsstaden och 3 Den kompakta staden.

	Trädgårdsstad (ÅMDT = 4 600 huvudgator, 260 lokalgator)			kompakt stad (ÅMDT = 8 000 huvudgator, 350 lokalgator)		
	area (m <sup>2</sup> )	ton CO <sub>2</sub> -e	kg CO <sub>2</sub> -e /person	area (m <sup>2</sup> )	ton CO <sub>2</sub> -e	kg CO <sub>2</sub> -e /person
Huvudgator	12 597	830	218	38 760	2 860	481
Lokalgator	71 383	3 161	831	58 140	2 544	428
Summa	83 980	3 991	1 049	96 900	5 403	910

<sup>18</sup> <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=109550>

När det gäller parkeringsplatser byggs vanligtvis kompakta stadsdelar med underliggande garage för att kunna rymma invånarnas bilar medan småhusområden ofta byggs med carport på hustomterna eller på en friyta som används som parkeringsplats. I studien "Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus" (Malmqvist, T. et al, 2018) har beräkningar gjorts av hur stora CO<sub>2</sub>-utsläpp som orsakas av byggande av ett underliggande garage för Den kompakta stadens typhus med 0,5 personbilar per lägenhet. För Trädgårdsstaden har det i denna studie antagits att det finns en bil per hushåll. I examensarbetet (Vlassopoulou, 2019) gjordes beräkningar för att uppskatta klimatpåverkan från carport på småhustomter. För Trädgårdsstadens flerbostadshus antas för enkelhets skull att samma konstruktion som används i Blå Jungfruns underliggande garage kan användas, och för radhusen har det antagits att bilparkeringsplatser förläggs till en plats nära bostadsområdet och att denna antas vara asfalterad och sakna väderskydd. Beräkningsresultaten för parkeringsplatsernas utsläpp och utsläpp per boende för scenario 2 Trädgårdsstaden och scenario 3 Den kompakta staden presenteras i Tabell 10.

Tabell 10: Utsläpp från parkeringsplatser för scenarierna 2 Trädgårdsstaden och scenario 3 Den kompakta staden.

Utsläpp (ton CO <sub>2-e</sub> )		Utsläpp/invånare (kg CO <sub>2-e</sub> / boende)	
Trädgårdsstaden	Den kompakta staden	Trädgårdsstaden	Den kompakta staden
2 153	9 586	566	1 614

Vid en jämförelse av koldioxidutsläpp för parkeringsplatser i de två scenarierna Trädgårdsstaden och Den kompakta staden ses ett samband mellan totalt utsläpp i stadsdelen och utsläpp per boende i stadsdelen. I Den kompakta staden är både det totala utsläppet och utsläppet per boende från parkeringsplatser högre än utsläppen från gatornas anläggning, drift och underhåll.

### 7.3 Trafikrelaterade beteenden

Trafikrelaterade beteenden har främst analyserats genom litteraturundersökning och en analys av de referensområdena som valts för denna studie. En faktor som påverkar trafikrelaterade beteenden i storstäder är tillgång till kollektivtrafik. Närhet till hållplatser är en av de viktigaste faktorerna, både när det gäller komfort (trygghet och attraktivitet) och när det gäller den totala restiden. En analys av referensområdena visar att även om den kompakta stadsdelen kan erbjuda mindre avstånd mellan hållplatserna, har också trädgårdsstaden goda förutsättningar att skapa en god konnektivitet med andra stadsdelar och stadscentrum.

Närhet till hållplatser förutsätter att det finns en tillräcklig befolkningstäthet som kan stödja ett frekvent och punktligt kollektivtrafiksystem. Enligt Sveriges kommuner och regioner (SKL, 2016) bör kollektivtrafik trafikera bostadsområden med fler än 50 boende per hektar för att kollektivtrafiken ska vara effektiv, och Rådberg redogör i Den svenska trädgårdsstaden (Rådberg, 1994) för att busslinjer kan vara lönsamma och ha en adekvat turtäthet om befolkningstäthet ligger på åtminstone 20-30 personer per hektar. Scenario 3 Den kompakta staden har 92 invånare/ha och scenario 2 Trädgårdsstaden har 59 invånare/ha. Det innebär att båda scenarierna har tillräcklig täthet för att stödja ett effektivt kollektivtrafiksystem. Även scenario 1 Den täta villastaden kan stödja ett effektivt kollektivtrafiksystem med bussar enligt Rådbergs indikator för befolkningstäthet.

En annan faktor som påverkar trafikrelaterade beteende är gatustruktur och gatutyper. Det trafikrelaterade beteendet kan påverkas klimatpositivt med en gestaltning med kortare kvarter och ett välavvägt förhållande mellan gaturummets höjd och bredd. Analysen av de valda referensområdena visar att Trädgårdsstaden har många små lokala gator och relativt få stora lokala gator. Det är lättare att skapa en attraktiv gatumiljö med mindre biltrafik och bättre förhållande mellan gaturummets höjd och bredd i Trädgårdsstaden än i Den kompakta staden med höga hus och fler större lokala gator. Trädgårdsstaden kan därmed enklare främja hållbarhet både miljömässigt (attraktivare gatumiljö ger en

ökad andel personer som går och cyklar) och socialt (fler personer som går till fots främjar bättre hälsa, ger fler möjligheter till sociala interaktioner samt en tryggare miljö för vuxna och barn).

När det gäller funktionsblandning och tillgång till stadskvaliteter och tjänster har analys av de valda referensområdena inte visat något samband mellan byggnadstyp/befolkningstäthet och tillgång till offentliga rum, men de kompakta referensstadsdelarna tillhandahåller ett högre utbud av offentliga och kommersiella tjänster än referensträdgårdsstäderna.

Ytterligare en viktig fråga när trafikrelaterade beteende och hållbarhet är i fokus är bilinnehav. Här har antalet resor och avståndet som körs inte analyserats, utan bara antalet bilar som finns i varje stadstyp. Statistiken visar att bilinnehavet är högre i småhusområden än i täta stadsdelar. Enligt en nyligen publicerad studie av Trafikanalys (Trafikanalys, 2021) kan detta inte direkt relateras till den täta stadens bra kollektivtrafiks-försörjning. Det har visats i flera vetenskapliga studier (Naturskyddsföreningen, 2020) att det råder ett samband mellan parkeringsutbud och bilinnehav, vilket kan förklara det större antalet personbilar i småhusbebyggelsen eftersom det är lättare och billigare för småhusinvånare att ha parkeringsplats. Socioekonomiska och geografiska faktorer spelar också en avgörande roll för bilinnehavet. Vad gäller familjesituationens påverkan har en stor del av befolkningen i Sverige tillgång till bil, men den högsta andelen bilinnehav (96 procent) finns inom gruppen sammanboende med barn som bor i småhus. När det gäller inkomst visar statistiken att ökad inkomst ökar bilinnehavet, även i Stockholm där det är dyrt att äga och köra bil. Detta visar också en analys<sup>19</sup> av de förändringar av resmönstren som Corona-pandemin har lett till, som visade att de som slutade åka med kollektivtrafiken var personer med högre inkomst respektive de som har möjlighet till distansarbete (KTH och Trafikförvaltningen), det vill säga socioekonomiska faktorer.

## **8. RESULTAT EKOSYSTEMTJÄNSTER**

Många studier har betonat hur viktig rollen av urban gröninfrastruktur (parker, offentlig grönyta, gröna korridorer, träd längs med vägar, urban 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 värdena av ekosystemtjänsterna för de olika gröna ytorna. Generellt tillhandahålls de flesta grönytor i trädgårdsstadsscenariot av privata trädgårdar medan det i scenariot för den kompakta staden finns en betydligt större andel offentliga grönytor. Detta innebär dock inte att det inte finns några allmänna grönytor i trädgårdsstaden.

Flera studier har visat att privata trädgårdar inte kan ersättas av allmänna grönytor eftersom trädgårdar har unika värden, främst för sociala aspekter. Vidare, har vegetation på tak 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 samt i många fall är exkluderande ur sociala aspekter då de sällan är offentliga. Däremot är tak en underutnyttjad yta som kan ge ett extra tillskott till grönska och biologisk mångfald i stadsmiljö.

För de tre scenarierna Trädgårdsstaden, Den kompajta staden och Den täta kompakta staden har tre olika värden beräknats; totalt samhällsekonomiskt värde per scenario, värde per capita samt värde per areaenhet bostad. Det totala värdet för alla de tre beräkningarna är störst i scenario 2 Trädgårdsstaden. Samtliga ekonomiska värden som ekosystemtjänsterna 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 - Trädgårdsstaden, Den kompakta staden och Den täta kompakta staden (med gröna tak) redovisas i Tabell 11.

---

<sup>19</sup> Studie som har genomförts av KTH och Trafikförvaltningen (Almöf, Rubensson, Cebecauer, & Jenelius, 2021) med resultat som presenteras i (Hållbar transportsektor, u.d.)

Tabell 11: Resultat från den samhällsekonomiska analysen av ekosystemtjänsterna för scenario 2 Trädgårdsstaden, scenario 3 Den kompakta staden och scenario 4 Den täta kompakta staden (med gröna tak). Värdena är per år och ska därmed inte tolkas som ett engångsbelopp.

Trädgårdsstaden (Scenario 2)	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	1 146
4.4 Social interaktion	45 917	12 064	375
<b>SUMMA</b>	<b>236 110</b>	<b>62 036</b>	<b>1 926</b>
Den kompakta staden (Scenario 3)	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
<b>SUMMA</b>	<b>165 150</b>	<b>27 803</b>	<b>834</b>
Den täta kompakta staden - gröna tak (Scenario 4)	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
<b>SUMMA</b>	<b>213 466</b>	<b>21 562</b>	<b>647</b>

## 9. SAMLAT RESULTAT OCH SLUTSATSER

Denna rapport är en sammanställning av resultaten av flera delrapporter (som återfinns i sin helhet som bilagor i slutet av rapporten) som har undersökt scenariot Trädgårdsstadens hållbarhetsprestanda i jämförelse med scenariot Den kompakta stadens prestanda. Fokus har främst legats på bostadshusens utsläpp på stadsdelsnivå i de två scenarierna, men flera andra hållbarhetsaspekter (miljö- och socialmässiga) har också bedömts. Av dessa andra aspekter har jämförbara data för mobilitets- och ekosystemtjänster analyserats mer detaljerat.

De tre huvudscenarierna som beskrivs i denna sammanfattning är *scenario 1 Den täta villastaden*, som omfattar ett antal identiska enplanshus i trä, *scenario 2 Trädgårdsstaden*, som omfattar en blandning av byggnader, där 70 procent av invånare bor i småhus och radhus och 30 procent bor i låga flerbostadshus, och *scenario 3 Den kompakta stadsdelen* som omfattar ett antal identiska flerbostadshus i 4-6 våningar med betongstomme. Alla scenarierna har placerats i samma förortsområde, alla har utformats så att det inom stadsdelen tillhandahålls en basnivå av tjänster och anläggningar för det antal invånare som respektive scenario innehåller, transportinfrastruktur som motsvarar scenariots bedömda behov samt tillräckligt med grönområden så att en grönytefaktor på minst 0,5 nås. Antalet invånare är 2 472 i Den täta villastaden (scenario 1), 3 806 i Trädgårdsstaden (scenario 2) respektive 5 940 i Den kompakta staden (scenario 3), Det innebär en täthetsfaktor på 38 boende hektar i scenario 1, 59 boende hektar i scenario 2 respektive 92 boende per hektar i scenario 3.

För beräkningen av bostadshusens utsläpp har livscykelanalys (LCA) använts, och en rad indikatorer från CityLab för stadsdelar har använts som ram för de aspekter som utvärderas i jämförelsen av scenariernas

hållbarhetsprestanda och som schablon för minimikrav för hållbarhet för kategorier som mötesplatser, area för skolor och tillhandahållande av basnivå av tjänster.<sup>20</sup>

För att undersöka hur olika faktorer kan påverka scenariernas hållbarhetsprestanda har flera känslighetsanalyser genomförts. Känslighetsanalyserna avser:

- Förändring av materialval för grundläggning och yttertak för småhuset i scenario 1 Villastaden,
- Ersättning av betongkonstruktioner med träkonstruktioner för byggnaderna i scenario 3 Den kompakta staden
- Förtätning av scenario 3 Den kompakta staden med fler bostäder och tillägg av gröna tak
- Användning av klimatförbättrad betong för scenario 3 Den kompakta stadens byggnader
- Installation av solceller på taken på 50 procent av byggnaderna i scenario 2 Trädgårdsstaden och scenario 3 Den kompakta stadsdelen.

Vidare har studien omfattat en undersökning av hur transport och mobilitet påverkas av bebyggelsestruktur, dvs av stadsdelsutformning som trädgårdsstad eller kompakt stadsdel. Syftet med denna del av arbetet var att jämföra Trädgårdsstadens (scenario 2) och Den kompakta stadens hållbarhetsprestanda med avseende på transport och mobilitet. Slutligen har en analys av värdet av de ekosystemtjänster som Trädgårdsstaden (scenario 2) Den kompakta staden (scenario 3) respektive Den täta kompakta staden (scenario 4) genomförts, och en jämförelse av dessa värden har gjorts.

## Resultat

Resultaten visar att ingen stadsdelsutformning är bäst i alla avseenden, alla de analyserade scenarierna har både fördelar och nackdelar jämfört med varandra när det gäller hållbarhet.

### *Klimatpåverkan från bostäder*

När det gäller koldioxidutsläpp från bostadshusen är utsläppen både mycket lägre från scenario 2 Trädgårdsstaden än från scenario 3 Den kompakta staden och något lägre än scenario 1 Den täta villastaden. Trädgårdsstadens utsläpp är ca 38 procent lägre per boende än den kompakta stadens, respektive ca 10 procent lägre utsläpp per boende jämfört med scenario 1 Den täta villastaden. Generellt kan det noteras att de analyserade småhustyperna i Trädgårdsstaden-scenariot har ett betydligt lägre utsläpp från produktionsskedet än vad flerbostadshusen i scenariot Den kompakta staden har. Småhustyperna har ett högre utsläpp per areaenhet under driftsskedet än byggnaderna i Den kompakta staden. Trädgårdsstaden i sin helhet har lägre utsläpp per areaenhet byggnader även i driftsskedet i jämförelse med Den kompakta staden. Det beror på att radhusen och flerbostadshusen i Trädgårdsstaden som minskar driftsskedets genomsnittliga utsläpp för stadsdelen. När det gäller jämförelsen mellan de två typer småhusen i Trädgårdsstaden finns det ett samband mellan tillverkningskedets- och driftsskedets utsläpp, där högre utsläpp under produktion leder till lägre utsläpp under drift och vice versa.

Av känslighetsanalyserna framgår det tydligt att för småhus är kryppgrund och tegeltakpannor de bästa åtgärderna ur ett LCA-perspektiv. För flerbostadshusen kan konstruktioner i trä istället för betong minska koldioxidutsläpp från byggskedet betydligt, med en minskning av CO<sub>2-e</sub> per boende på 20 procent. Val av klimatförbättrad betong för kompakta stadens byggnader kan bidra till en minskning av utsläppen med 16 procent per boende i byggskedet och 8 procent i hela LCA-analysen. Installation av solceller kan bidra till scenariernas hållbarhetsprestanda med en total minskning av koldioxidutsläpp per boende på 30 procent för Trädgårdsstaden (scenario 2) och 17 procent för Den kompakta staden (scenario 3).

Förtätningen av den kompakta staden innebär att fler bostäder byggs men att tillgängliga grönytor samtidigt minskas. För att trots förtätningen nå en grönytefaktor på minst 0,5 valdes i scenario 4 Den täta kompakta staden att använda gröna tak. Koldioxidutsläppen blir i detta scenario de samma som i scenario 3 Den kompakta staden, både per person och per kvadratmeter uppvärmd area, eftersom det

<sup>20</sup> De Citylab-indikatorer som inkluderades var trygghet, tillit till grannskapet, mötesplatser, serviceutbud, resvanor, byggnaders energianvändning, klimatpåverkan, biologisk mångfald (indirekt bedömning genom tillhandahållande av grönytor).



har antagits att samma byggnader används även i det förtätade scenariot. Klimatpåverkan per år (här räknat på en livslängd på 50 år) i hela stadsdelen förändras dock med förtätningen och det beror på att det finns nästan dubbel så många bostäder i den täta kompakta staden jämfört med den ursprungliga kompakta staden av Scenario 3.

#### *Klimatpåverkan från transportinfrastruktur*

Den kompakta staden (scenario 2) har en högre klimatpåverkan från transportinfrastruktur än scenari 2 Trädgårdsstaden. Detta gäller både totalt utsläpp i stadsdelen och utsläpp per boende. Koldioxidutsläppen från vägar och parkeringsplatser per boende är 36 procent lägre i scenario 2 Trädgårdsstaden än i scenario 3 Den kompakta staden, Tabell 12.

*Tabell 12: Koldioxidutsläpp från vägar och parkeringsplatser i hela stadsdelen (ton CO<sub>2-e</sub>) och i stadsdelen per boende (kg CO<sub>2-e</sub>/boende) för scenario 2 Trädgårdsstaden och scenario 3 Den kompakta staden.*

	Utsläpp (ton CO <sub>2-e</sub> )		Utsläpp/invånare (kg CO <sub>2-e</sub> / boende)	
	Trädgårdsstaden (Scenario 2)	Den kompakta staden (Scenario 3)	Trädgårdsstaden (Scenario 2)	Den kompakta staden (Scenario 3)
Vägar	3 991	5 403	1 049	910
Parkeringsplatser	2 153	9 586	566	1 614
<b>SUMMA</b>	<b>6 144</b>	<b>14 989</b>	<b>1 615</b>	<b>2 524</b>

För trafikrelaterade beteenden visar resultaten att både scenario 2 Trädgårdsstaden och scenario 3 Den kompakta staden kan stödja ett effektivt kollektivtrafiksystem, eftersom de båda har tillräcklig befolkningstäthet (fler än 50 boende per hektar) för att erbjuda ett frekvent och punktligt kollektivtrafiksystem. En fördel av Trädgårdsstaden är att det är lättare att skapa en attraktiv gatumiljö med mindre biltrafik och bättre relationer mellan gaturummets höjd och bredd i jämförelse med Den kompakta staden som har höga hus och stora gator. Trädgårdsstadens utformning kan främja hållbarhet både miljömässigt, med en ökad andel personer som går och cyklar, och socialt, med tryggare miljöer, bättre hälsa, solinstrålning i husen m.m. Dock erbjuder Den kompakta staden fler offentliga och kommersiella tjänster, vilket kan bidra till lägre transporteringsbehov. Men även Trädgårdsstaden tillhandahåller en basnivå av offentliga och kommersiella tjänster som minskar behovet av att söka tjänsterna på andra ställen.

När det gäller bilinnehav förfaller det inte finnas något tydligt samband mellan bebyggelsestyp och bilinnehav, även om invånare i småhusområden har tillgång till fler bilar än vad de som bor i tätare stadsbebyggelse har. Denna studie visar att funktionsblandning inom stadsdelen, socioekonomiska faktorer samt parkeringsutbud är de faktorer som främst påverkar bilinnehavet och vilka avstånd som körs. Slutligen kan det under driftsfasen vara klimatsmartare att använda elbilar än till exempel bussar om medelbeläggningen i kollektivtrafiken inte är tillräcklig för att balansera utsläppen.

#### *Värdet av ekosystemtjänster*

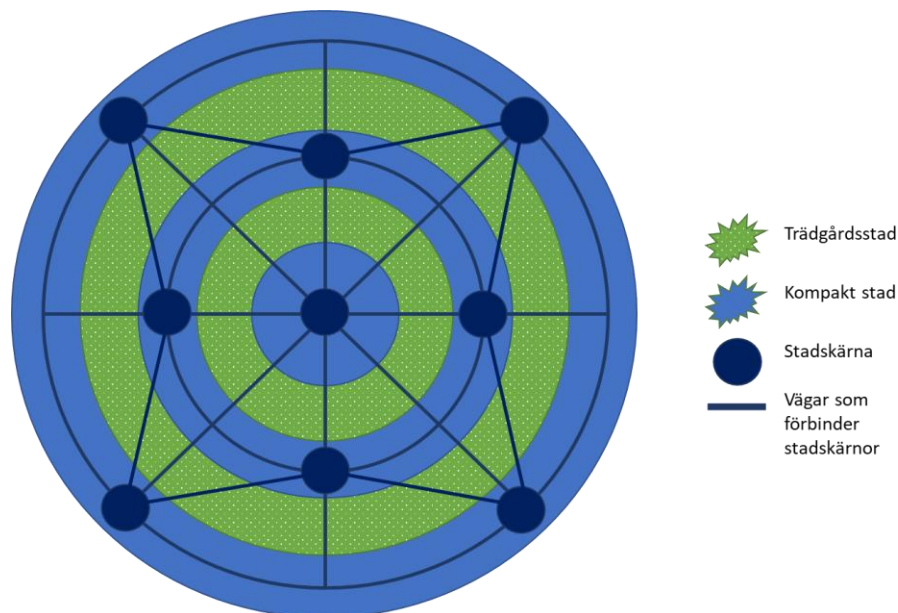
Resultaten av analysen för ekosystemtjänsterna visar att scenario 2 Trädgårdsstaden ger högre ekonomiska värden från ekosystemtjänster såväl totalt sett, per capita som per areaenhet bostad än vad scenario 3 Den kompakta staden ger. Värdet per person är betydligt större för luftrening, rening och reglering av vatten, mentalt välbefinnande och social interaktion i trädgårdsstadsscenarioet, och matodling kan bara värderas i Trädgårdsstaden. Trädgårdsstadens högre värde beror främst på att det i Trädgårdsstadsscenarioet finns fler träd än i scenarierna för Den kompakta staden (scenario 3) och den

täta kompakta staden (scenario 4), att det finns trädgårdar som skapar sociala och hälsomässiga fördelar, mer närhet till grönområden samt att mängden grönytor per person är större.

Grönytefaktor (GYF) har i denna studie förenklat antagits vara kvoten mellan områdets grönytor och hela områdesarean. Stadsdelsscenarierna i denna studie har planerats för att nå ett krav att GYF ska vara minst 0,5, vilket med den förenklade modellen av GYF innebär att mer än 50 procent av arean ska vara grönytor. I scenario 4 Den täta kompakta staden kunde GYF-kravet endast uppnås med hjälp av gröna tak. GYF-antagandet kan ha bidragit till en överskattning av ekosystemtjänsternas värde för scenario 2 Den kompakta staden, som i verkligheten brukar ha mycket större andel bebyggd area inom stadsdelsgränsen än 50 procent.

#### *Trädgårdsstaden underskattas kanske*

Sammanfattningsvis konstaterar denna studie att Trädgårdsstaden kan ge fördelar inom områden där Den kompakta staden är begränsad och vice versa. De kompakta stadsdelarnas fördelar är väl kända och ofta kommunicerade, men trädgårdsstädernas fördelar behöver lyftas fram. Baserat på resultaten av denna studie föreslås en stadsplanering med integration av trädgårdsstads-liknande stadsdelar i urbana skalan. Därigenom kan ett antal fördelar ur hållbarhetsperspektiv erhållas i framtidens städer. Hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov.<sup>21</sup> Målet bör således inte vara att tillgodose behoven hos en ökad befolkning och dess mobilitet och transporter genom att investera både ekonomiskt, resurs- och miljömässigt i stora infrastrukturprojekt. Målet bör vara att bygga resurseffektivt och smart, att tillgodose medborgarnas behov och att skapa förutsättningar för att ansluta områden med kollektivtrafik och delningstjänster. Figur 10 visar det föreslagna stadsplaneringssystemet. En omväxling mellan täta områden och trädgårdsstäder kan också möjliggöra tillgång till ett större urval av olika sorters bostäder och på så vis generera mångfald i staden.



Figur 10: Föreslagen stadsplanering med växling mellan trädgårdsliknande och kompakta stadsdelar

I ett fortsatt arbete är en fördjupad analys över alla aspekter av jämförelsen mellan trädgårdsstäder och kompakta städer vara önskvärd. I Trädgårdsstäder skulle ekosystemtjänsternas värde sannolikt vara mycket större om GYF hade beräknats på ett mer detaljerat sätt. Om GYF ska vara minst 0,5 även med användning av en modell för detaljerade beräkningar är det troligt att en stor andel av de allmänna grönytorerna i både Trädgårdsstaden och i viss mån även i Den kompakta staden skulle ersättas med fler bostadsbyggnader. Det skulle sannolikt resultera i färre mötesplatser, ökad trängsel samt minskat

<sup>21</sup> <https://fn.se/wp-content/uploads/2016/08/Faktablad-2-12-H%C3%A5llbar-utveckling.pdf>

tillhandahållande av alla övriga sociala effekter som en ökad befolkningstäthet relaterar till. En annan aspekt som skulle kunna utvärderas är att sätta krav för ett minimumantal invånare i en stadsdel utan att definiera specifika områdesgränser som kan byggas. På det sättet skulle det vara möjligt att även analysera effekten av planering för trädgårdsstäder istället för fler kompakta städer i förändringen i markanvändning av städer - hur större andel markyta som trädgårdsstäder behöver för att kunna rymma samma antal invånare med hänsyn till alla hållbarhetsaspekter i utformning av stadsdelar.

Denna studie har baserats på referensområden i Storstockholm.<sup>22</sup> Det innebär att resultaten kan vara något Stockholmscentrerade. Det skulle därför vara intressant att även studera skillnaden i resultat om scenarierna placerades i andra delar av Sverige. Urbaniseringen gör att fler bostäder behövs, och det skulle önskvärd att implementera den förslagna stadsplaneringsmodellen genom att istället för förtätningar sträva efter att planera för trädgårdsstadliknade stadsdelar mellan täta befintliga stadsdelar. Det skulle möjliggöra en utvärdering av de verkliga effekterna av en sådan planering.

Scenarierna i denna rapport och de analyser som har genomförts kan användas som underlag för analyser och utveckling av nya stadsdelar, och kan utgöra underlag för utveckling av verktyg som visar och bedömer hållbarhetsaspekter i stadsdelar.

## 10. REFERENSER

- Almöf, E., Rubensson, I., Cebecauer, M., & Jenelius, E. (den 20 januari 2021). *Who Continued Traveling by Public Transport During COVID-19? Socioeconomic Factors Explaining Travel Behaviour in Stockholm 2020 Based on Smart Card Data*. Hämtat från [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3689091](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3689091)
- Boverket. (2014). *Förutsättningar för ökat småhusbyggande i storstadsregionerna - delarapport 1*. Hämtat från <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2014/forutsattningar-for-okat-smahusbyggande-i-storstadsregionerna.pdf>
- Cameron, R., Blanusa, 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>
- Colding, J., & Marcus, L. (2013). *Ekosystemtjänster i Stockholmsregionen*. Stockholms läns landsting . *Hållbar transportsektor*. (u.d.). Hämtat från <https://storymaps.arcgis.com/stories/915c2f6524ed4f1bb3d4181e899c58d2>
- Karlsson, R., & Carlson, A. (2010). *Beräkningar av energiåtgång och koldioxidutsläpp vid byggande, drift och underhåll av vägar*. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670425/FULLTEXT01.pdf>
- Kurkiken, E., Noren, J., Penaloza, D., Al-Ayish, N., & During, O. (2015). *Energi och klimateffektiva byggsystem: Miljövärdering av olika stomalternativ (SP rapport)*. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A962930&dsid=-7716>
- Malmqvist, T. et al. (september 2018). *Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus*. Hämtat från <https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf>

---

<sup>22</sup> De referensområden som användes för Trädgårdsstaden är Bromma trädgårdsstad, Hägersten stadsdel, Duvbo och Rissne, för den kompakta staden har Midsommarkransen och Rinkeby använts som referensområden.

- Malmqvist, T., Erlandsson, M., Francart, N., & Kellner, J. (2018). *Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus*. Hämtat från Byggföretagen: <https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/Minskad-klimatp%C3%A5verkan-fr%C3%A5n-flerbostadshus.pdf>
- Naturskyddsföreningen. (2020). *Framtiden för parkering och nya bostäder*. Hämtat från [https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/framtiden-for-parkering-och-nya-bostader-rapport-naturskyddsforeningen\\_1.pdf](https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/framtiden-for-parkering-och-nya-bostader-rapport-naturskyddsforeningen_1.pdf)
- Naturvårdsverket . (2015). *Guide för värdering av ekosystemtjänster* . Naturvårdsveket, rapport 6690.
- Naturvårdsverket. (2017). *Ekosystemtjänsternas bidrag till god urban livsmiljö*. Naturvårdsverket, rapport 6778.
- Rådberg, J. (1994). *Den svenska trädgårdsstaden*. . Stockholm: Byggnadsrådet.
- SKL. (2016). *Täthetsmått för effektiv kollektivtrafik*. Hämtat från <https://webbutik.skr.se/bilder/artiklar/pdf/7585-379-6.pdf>
- Svensk Solenergi. (2018). *Solel och Klimatpåverkan*. Hämtat från <https://www.svensksolenergi.se/om-oss/arkiv--remissvar-skrivelser-etc>
- Tegelberg, L., & Svensson, G. (2013). *Utvärdering av Svenskt Vattens rekommenderade sammanvägda avrinningskoefficienter*. Hämtat från [http://vav.griffel.net/filer/svu-rapport\\_2013-05.pdf](http://vav.griffel.net/filer/svu-rapport_2013-05.pdf)
- Trafikanalys. (2021). *Den svenska personbilsflottans bestämningsfaktorer - en rumslig ekonometrisk analys*. Hämtat från [https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2021/rapport-2021\\_1-den-svenska-personbilsflottans-bestamningsfaktorer.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2021/rapport-2021_1-den-svenska-personbilsflottans-bestamningsfaktorer.pdf)
- Vlassopoulou. (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. (2019). *Urban form and sustainability : Comparison between low-rise ‘garden cities’ and high-rise ‘compact cities’ of suburban areas (Dissertation)*. Hämtat från <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1355694&dsid=4095>
- Vlassopoulou, E. (2020). *Trädgårdsstäder och hållbarhet: Bostadssektorns LCA, känslighetsanalys*. Stockholm.
- VST Group. (u.d.). Hämtat från <https://vstbuildingtechnologies.com/>
- Wallhagen, M. et al. (2011). Basic building life cycle calculations to decrease contribution to climate change-Case study on an office building in Sweden. *Building and Environment, Vol. 46 (10)*, 1863-1871.
- Williams, K., Burton, E., & Jenks, M. (2000). *Achieving Sustainable Urban Form*.
- 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](https://stud.epsilon.slu.se/1657/2/%C3%85kesson_J_100804.pdf)

## **BILAGOR**

Bilaga 1: Trädgårdsstäder och hållbarhet

Bilaga 2: Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - kompletteringar

Bilaga 3: Trädgårdsstaden - Variationer av planering

Bilaga 4: Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - Solceller

Bilaga 5: Trädgårdsstäder VS Kompakta städer - Transport - mobilitet

Bilaga 6: Ekosystemtjänster i Trädgårdsstäder och Kompakta städer

## **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](http://anthesis.se)

[anthesisgroup.com/about/europe/sweden](http://anthesisgroup.com/about/europe/sweden)