



STADSUTFORMNING OCH HÅLLBARHET

En jämförelse mellan lågt byggda "trädgårdsstäder" och högt byggda "kompakta städer" i förortsområden

SAMMANFATTNING

En kortfattad version av examensarbetet *Stadsutformning och hållbarhet: En jämförelse mellan lågt byggda "trädgårdsstäder" och högt byggda "kompakta städer" i förortsområden*, genomfört under våren 2019. Denna rapport sammanfattar de viktigaste delarna av projektet, och ger en översikt över syftet bakom utredningen, tillvägagångssättet som använts, samt resultat och rekommenderade förslag. Endast några få delar av det ursprungliga examensarbetet ingår. För fler detaljer hänvisas läsaren till den fullständiga rapporten.

Av: Efstathia Vlassopoulou

Examensarbete inom Civilingenjör Samhällsbyggnad
Strategier för Hållbar Utveckling
Kungliga Tekniska Högskolan

Arbetet har genomförts i samarbete med TMF (Trä- och Möbelföretagen)

Innehåll

1. Inledning	2
Syfte	2
2. Metod	3
Fastställd planering - egenskaper av de två stadsformer	3
Bedömning av hållbarhet för respektive alternativ med City Labs indikatorbeskrivning av den utförda LCA	4
3. Resultat & Diskussion	5
Livscykelanalys	5
.....	6
Utvärdering av hållbarhetsprestanda med City Lab indikatorer	6
Förklaring av Tabell 3 och 4 - relativ bedömning av varje indikator	7
4. Förslag och rekommendationer.....	9
Allmänna förslag.....	10
Referenser.....	11

1. Inledning

Den höga graden av urbanisering i vår tid, i kombination med preferenser och/eller skillnader i boendesituation inom olika samhällsgrupper, har lett till utvecklingen av en typ av stadsutformning¹ som brukar kallas för "urban sprawl" (svenska: *stadsutbredning*). Denna typ 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). De negativa miljömässiga effekterna relaterade till 'urban sprawl', exempelvis i form av ett ökat behov av transporter och en ökad bilanvändning, tillsammans med ett behov att minska städernas klimatpåverkan samtidigt som befolkningen växer, har förstärkt konceptet för den "kompakta stadsmodellen". Enligt denna modell ska staden istället tätas genom att tillhandahålla höghus och förstärka befintlig infrastruktur, med det huvudsakliga syftet att "lösa sina egna problem inom sina egna gränser och undvika konsumtion av mer mark" (Vale, 2009). Fördelarna med "kompakta städer" presenteras vanligtvis i jämförelse med de negativa egenskaperna identifierade vid 'urban sprawl'. Detta har i sin tur lett till att den "kompakta stadsmodellen" uppfattats som idealisk och vunnit omfattande politisk acceptans i syfte att stärka stadsutformningens miljömässiga hållbarhet. Inom den akademiska världen har det däremot förekommit diskussioner om huruvida förtätning innebär hållbart byggande. De faktorer som lyfts pekar då främst mot att den "kompakta modellen" kan generera andra negativa miljömässiga och sociala effekter än 'urban sprawl', så kallade "trade-off impacts", t.ex. överbefolkade områden, minskad livskvalitet, minskad tillgång till öppna ytor och dagsljus, ökad trängsel, ökad risk för negativa effekter från föroreningar, samt missnöjda invånare. Diskussionen som presenteras ovan har lett till att förhållandet mellan stadsutformning och hållbarhet karakteriserats som "en av de mest diskuterade frågorna på den internationella miljöagendan" (Jenks m.fl., 1996). De båda modellerna kompakt stadsbyggande och 'urban sprawl' definieras främst utifrån stadens täthet, och densiteten i byggandet är också den vanligaste faktorn man brukar titta på när man jämför hållbarheten mellan de båda alternativen, även om det förstås finns andra omständigheter som också spelar in.

Utifrån diskussionen ovan kan man således fråga sig hur ett mellanting till de båda modellerna, i form av "trädgårdsstäder", skulle svara på frågan om hur hållbara städer kan utformas?

Konceptet "trädgårdsstäder" har ofta missuppfattats som en form av 'urban sprawl', eller förväxlat med den så kallade "villamattan", som är en stadsutformning som består av glest belägna villor, med mycket utrymme emellan, och som beskrivits som "en utspridd, ohållbar och utrymmeskrävande arketyper av suburbanisering" (Vernet & Coste, 2017). De svenska samtida trädgårdsstäderna kännetecknas istället av en medelhög befolkningstäthet med ett antal olika bostadstyper (fristående, delvis fristående, terrassformade, låga flerfamiljshus, osv.), ett varierat urval av faciliteter och tjänster i närområdet, privata trädgårdar och breda vägar kantade av grönska. Utifrån egenskaperna som dessa komponenter tillsammans ger kan den moderna "trädgårdsstaden" därför påstås utgöra en blandning mellan de två modellerna "kompakta städer" och 'urban sprawl'.

Syfte

Syftet med denna studie har varit att utforska skillnader i hållbarhetsprestanda för lågt byggda trädgårdsliknande stadsdelar och högt byggda kompakta stadsdelar, båda med tänkt lokalisering i förortsområden.

Tre mål definierades för studien:

1. Att jämföra koldioxidavtryck för typiska bostäder inom respektive typ av stadsdel.
2. Att jämföra hållbarhetsprestanda (miljömässig och social) för respektive typ av stadsdel.
3. Att diskutera faktorer som avgör hur den mest hållbara stadsdelen kan utformas.

¹ De "morfologiska attributen för ett stadsområde i alla skalor" (Williams, et al., 2000). Dessa skalor sträcker sig från en byggnad, till ett kvarter, eller en hel stad.

2. Metod

Den samlade hållbarheten i en stadsdel är ingen lätt uppgift att bedöma, eftersom begreppet hållbarhet i relation till utformning av städer innefattar många olika aspekter. Det finns dock certifieringsverktyg för stadsdelar som har utvecklats i syfte att utvärdera enskilda faktorer och den samlade hållbarheten, och det är således genom ett sådant program som detta arbete har genomförts. Verktöget City Lab (utvecklat av SGBC²) valdes för uppgiften eftersom det möjliggör en helhetsbedömning av områdenas hållbarhetsprestanda och eftersom det också baseras på ett begränsat antal indikatorer (för miljömässig såväl som social hållbarhet), vilket underlättar användningen. Dessa indikatorer utgör i studien en ram för aspekter som utvärderas, och ger också de minimikrav som krävs för att ett distrikt ska klassas som hållbart.

Fastställd planering - egenskaper av de två stadsformer

För att utvärdera respektive typ av stadsutformning – ”trädgårdsstaden” och den ”kompakta staden” – i förhållande till indikatorerna i City Lab krävdes jämförbara data från respektive typ av stadsdel. Därför byggdes en standarduppsättning av de båda varianterna upp imaginärt med placering i samma förortsområde (64,6 ha i Sundbyberg kommun). De två typexemplen utformades med identiska bostadshus och i enlighet med gällande hållbarhetskriterier; båda alternativen designades för att inkludera tillräckliga – för deras respektive antal invånare – tjänster och anläggningar enligt City Labs minimikrav för hållbarhet, och en tillräcklig grönytefaktor³ (GYF) på minst 0,5 enligt lokala krav från Sundbyberg kommun (Sundbybergs stad, 2013). De två stadsutformningarna har förutsatts ha samma GYF av jämförbarhetsskäl, varför området totala yta och markegenskaper bibehålls, medan formatet för bebyggelsen och antal invånare ändras.

Antalet invånare beräknades utifrån en iterativ process genom anpassning av den återstående marken – exklusive marken som används för nödvändiga tjänster, transportinfrastruktur samt gröna och offentliga utrymmen – till ett, utifrån givna kriterier, maximalt antal enhetliga bostäder. Bostäderna utgjordes av representativa byggnader av den vanligaste typen av bostadshus (enfamiljshus i trä för den trädgårdslänkande stadsdelen och flerfamiljshus i betong för den kompakta staden). De specifika representativa bostäderna som valdes var byggnaderna i kvarteret Blå Jungfrun för den kompakta staden (beläget i Hökarängen, bestående av fyra samtida passiva byggnader i betong som vardera rymmer 330 personer) byggda av Skanska (se **Figur 1**); och Linnea-huset (ett prefabricerat småhus i trä som rymmer fyra personer) utformat av Älvsbyhus för trädgårdsstaden. Det bör nämnas att fastighetsområdet för respektive småhus antas omfatta 700 m² (varav 18 % upptas av själva huset och resten täcks av privat trädgård bortsett, från 6 % som används för carport och övrigt bruk) (**Figur 2**).



Figur 1. Kvarteret Blå Jungfrun (Google Earth, 2019).

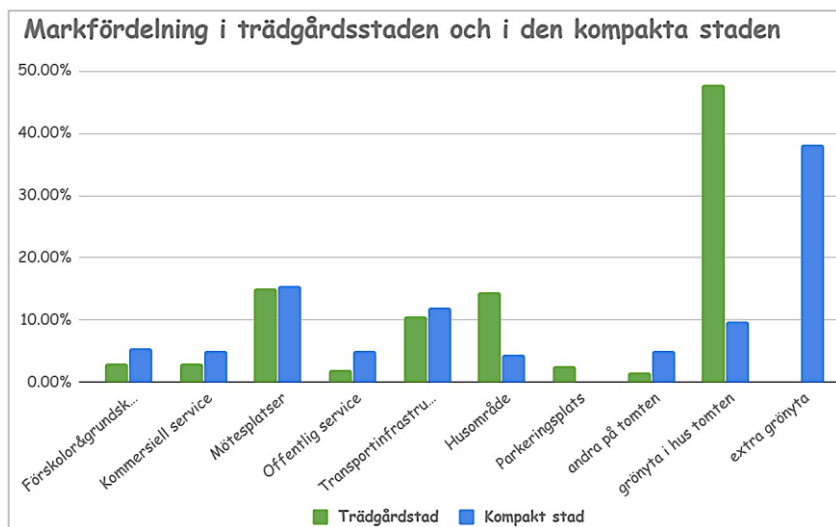


Figur 2. Standard tomt för trädgårdsstäder (Google Earth, 2019).

² SGBC = Sweden Green Building Council. City Lab för stadsdelar: ett nytt svenskt certifieringsverktyg för stadsdelar (Remissversion, april 2019).

³ GYF = Förhållandet mellan vegeterade ytor och det totala landområdet.

I **Figur 3** redovisas respektive markanvändningar för de två stadsutformningarna, och i **Tabell 1** presenteras deras de huvudsakliga egenskaperna för vardera område.



Figur 3. Markfördelning för respektive stadsutformning, där den "trädgårdsliknande" stadsdelen anges i grönt och den "kompakta stadsdelen" presenteras i blått.

Tabell 1. Huvudsakliga egenskaper inom respektive typ av stadsdel.

	Kompakt stad	Trädgårdsstad
Antal bostäder	18	618
Antal invånare	5940	2472
Densitetsfaktor (personer/ha)	91.95	38.27
Exploateringsområde	0.664	0.262
Atemp / bostadsenhet (m2)	11003	129
Boarea (m2/person)	24.84	32.25
Grönytafaktor	0.559	0.558
Bostadsenhet	1 kvarter med 4 byggnader	1 småhus

Bedömning av hållbarhet för respektive alternativ med City Labs indikatorbeskrivning av den utförda LCA

Utvärderingen av de två stadsutformningarna utifrån var och en av City Lab-indikatorerna utfördes antingen kvantitativt (där det ansågs genomförbart inom tiden för projektet) eller kvalitativt. Analysen av respektive indikator baserades på en systematisk sammanställning av litteratur, statistik, kommunala data och/eller beräkningsverktyg. Alla indikatorer utvärderades så detaljerat som möjligt, men på grund av tidsbegränsning valdes bostadssektorns koldioxidavtryck som fokus i arbetet. I och med dagens åtstramade krav på energiförbrukning i byggnaders driftsfas – som typiskt omfattat stora mängder energi och utsläpp – utgör konstruktionen av byggnader idag en betydande del av en stadsdels totala koldioxidutsläpp. Bedömning av total energiförbrukning och koldioxidutsläpp i samband med alla faser av en byggnads livscykel har därför blivit avgörande för att förstå stadsdelars miljöpåverkan. Ett viktigt verktyg för denna bedömning är livscykelanalys (LCA).

I denna studie utvärderades koldioxidavtryck med hjälp av LCA-data för de utvalda representativa bostäderna för varje stadsutformning. För Blå Jungfrun fanns det detaljerade LCA-rapporter att tillgå, vars resultat användes oförändrat (*Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus*, Malmqvist, et al., 2018). För prefabricerade småhus av trä fanns inga tidigare data, varför en kort LCA-studie genomfördes

för Linnea huset. Några av de antaganden som gjordes för denna studien var att; uppvärmningen sker med luftvärmepump, yttertak är försedd med betongtakpannor, och grundläggningen utförs som en avfuktad, dränerad och isolerad kryppgrund med prefabricerade betongbalkar och pelare.

Produktskede (A1-A3)			Byggproduktions-skede (A4-A5)		Användningsskede (B1-B7)							Slutskede (C1-C4)			Tilläggs-info (D)	
A1 - Råvaruförberedning	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 - Restproduktbehandling	C4 - Bortskaffning	D - Fordelar och belastningar utanför systemgränsen
X	X	X	X	X		X		X		X		X	X	X	X	

Figur 4. En byggnads livscykel enligt den europeiska standarden EN 15978. Med X anges vilka delar av livscykeln som ingår i beräkningarna för byggnaderna.

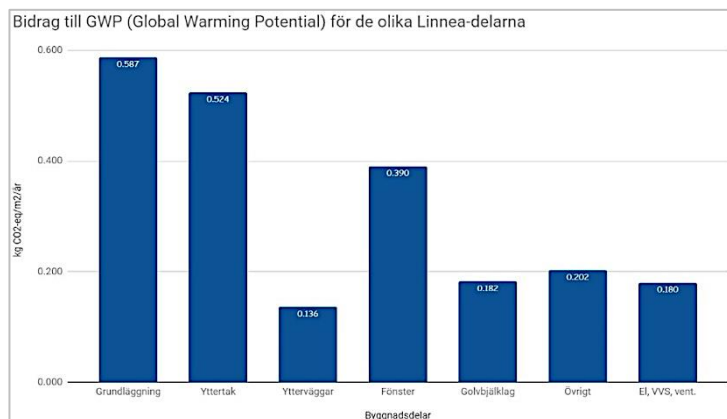
För att de båda typerna av bostäder ska vara jämförbara i ett LCA perspektiv designades LCA-studie för Linnea-huset i enlighet med den LCA som genomförts för byggnaderna i Blå Jungfrun (Malmqvist, et al., 2018). Därför analyserades LCA-moduler A1-5, B2, B4, B6 och C1-4 (se **Figur 4**). Byggnadsdelarna som ingår i beräkningarna är: grundläggning, golv, tak, yttre (med fönster och dörrar) och inre väggar, och installationer för el och ventilations. Den funktionella enheten är CO₂-ekvivalenter/m² Atemp för 50 år. De två konstruktionerna har i princip lika Atemp⁴/capita (baserat på angiven bostadskapacitet).

Programvaran BECE (Basic Energy and CO₂ Emissions for Buildings) (Wallhagen, et al., 2011) användes för beräkningar av skeden A1-3. För resterande skeden genomfördes beräkningar för hand och baserades på data från Älvsbyhus, information från litteraturen, eller uppskattningar baserade på data från konstruktioner; särskilt resultaten från de olika byggnaderna som analyserades i Malmqvist et al. (2018).

3. Resultat & Diskussion

Livscykelanalys

Resultaten från LCA-studien för Linnea-huset visade på driftsfasen som främsta hotspot för husets klimatpåverkan (se **Tabell 2**). Därefter följde utsläpp från produktion av den betong som används för grundläggningen och takbeläggningen (A1-3), där dessa delar också utgör de största bidragande delarna till själva konstruktionens GWP⁵ (se **Figur 5**). Som tredje viktigaste hotspot beräknades transporten av alla konstruktionselement till byggsplatsen (A4) (se **Tabell 2**).



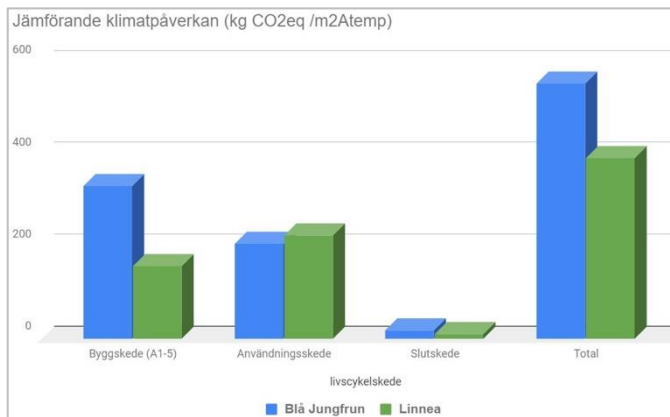
Figur 5. Bidrag av husets olika delarna till GWP för Linnea-huset.

Tabell 1. Klimatpåverkan från respektive del av byggnadens livscykel för de båda alternativen.

Livscykelsskede		Klimatpåverkan (kg CO ₂ eq / m ² Atemp)	
		Blå Jungfrun	Linnea
Byggskede	A1-3	279.0	110.0
	A4	11.0	37.5
	A5	41.5	9.8
	Total A1-5	331.0	157.3
Användningsskede		205.0	223.9
Slutskede		18.0	10.0
Total LCA		554.0	391.3

⁴ Atemp = Area uppvärmd golvyta.

⁵ GWP = Global warming potential, en enhet för att mäta klimatpåverkan.



Figur 6. Jämförande klimatpåverkan - alla LCA-skede och totalt.

Vid jämförelsen av LCA-data för Linnea-huset och flerbostadshuset i kvarteret Blå Jungfrun visade det sig att konstruktionsfasen utgör störst klimatpåverkan för Blå Jungfrun, medan Linnea-husets utsläpp främst tillkommer under driftsfasen (se **Figur 6**). Sett till byggnadernas hela livscykel, leder Linnea-huset till ca 29 % lägre utsläpp räknat i CO₂-ekv/m² Atemp än Blå Jungfrun (se **Tabell 2**).

Utvärdering av hållbarhetsprestanda med City Lab indikatorer

I **Tabell 3** nedan visas hållbarhetsindikatorerna för City Lab, tillsammans med tillhörande minimikrav, samt den beräknade eller antagna prestandan för respektive stadsutformning. Indikatorer markerade i grått har inte utvärderats. Resultaten av analysen för den "trädgårdslänkande stadsdelen" och den "kompakta stadsdelen" redovisas i **Tabell 4** (nästa sida), där de anges kvantitativt och/eller kvalitativt beroende på indikatorn. Utvärderingsskalan är relaterad till City Lab-kriterierna för hållbara stadsdelar, och "medel" betyder att kriterierna uppfylls. Med "dålig" eller "mycket dålig" prestanda uppfylls inte dessa kriterier. Varje stadsutformning får ett omdöme för respektive hållbarhetsindikator i förhållande till dess totala prestanda, oavsett antalet invånare (prestanda per area), samt i förhållande till dess prestanda per invånare i stadsdelen (prestanda per capita).

Tabell 3. City Labs hållbarhetsindikatorer, minimikrav och relaterad prestanda för de två stadsutformningarna.

Indikatorer		Bedömningskriterier	Prestanda	
			Kompakt stad	Trädgårdstad
Trygghet	1. alla invånare	högst 25% känner sig otrygga när de går ensam på kvällen i stadsdelen	36%	22%
	2. bara kvinnor	högst 35% känner sig otrygga när de går ensam på kvällen i stadsdelen	44%	29%
Tillit till grannskapet		högst 10% inte känner tillit till sitt grannskap	måttligt	måttligt
Mötesplatser	1. offentlig friyta	minst 15% av stadsdelens totala yta	15%	15%
	2. offentlig grönyta	minst 5% av stadsdelens totala yta	38%	5%
Serviceutbud	1. Förskolageårdar&grundskolegårdarna	minst 30m ² per barn	32,33 m ² /barn	44,7 m ² /barn
	2. olika former av service	en basnivå innehålls	28,61 m ² /person	24,27 m ² /person
Blandning av bostäder				
Ljudmiljö				
Luftkvalitet	1. NO ₂ timmedelvärde	högst 30 µg / m ³ som timmedelvärde (98-percentilen)	54-62 µg / m ³	<30 µg / m ³
	2. NO ₂ årmedelvärde	högst 20 µg / m ³	15-22 µg / m ³	<15 µg / m ³
	3. PM10 dygnsmedelvärde	högst 15 µg / m ³ som dygnsmedelvärde (90-percentilen)	>29 µg / m ³	<15 µg / m ³
	4. PM10 årmedelvärde	högst 20 µg / m ³	16-20 µg / m ³	<12 µg / m ³
Inomhusmiljö				
Hushållsavfall				
Resvanor		Andelen resor med hållbara färdssätt	bil: 14% kollektivtrafik: 14% cykel: 7% fots: 64%; annat: 2%	bil: 14% kollektivtrafik: 11% cykel: 9% fots: 64%; annat: 2%
Byggnaders energi-användning		Minst 80% av byggnaderna är lågenergibygnader	100% lågenergibygnader	100% lågenergibygnader
Klimatpåverkan från:	1. byggskedet av nya bostadsbyggnader	mindre än 14 ton CO ₂ e/boende	11 ton CO ₂ -eq/boende	5.3 ton CO ₂ -eq/boende
	3. energianvändningen vid drift av bostadsbyggnader	understiger 250 kg CO ₂ e/boende och år	125.4 kg CO ₂ -eq/boende/år	171 kg CO ₂ -eq/boende/år
	4. lokalbyggnader	understiger 6 kg CO ₂ e/m ² Atemp och år från energianvändningen (exkl. verksamhetsel)	bra	bra
	5. transport infrastruktur	kartlagd klimatpåverkan	kvalitativa bedömning	kvalitativa bedömning
	Biologisk mångfald	övrigt kriterier	kvalitativa indirekta bedömning	kvalitativa indirekta bedömning
Dagvattenrening, översvömnings-risker				

Tabell 4. Utvärdering av hållbarhetsprestandan för respektive alternativ: "kompakt stad" och "trädgårdsstaden".

Standard analys						
		Prestanda per person		Prestanda per area		
Indikatorer		Kompakt stad	Trädgårdstad	Kompakt stad	Trädgårdstad	
Trygghet						
Tillit till grannskapet						
Mötesplatser						
Serviceutbud						
Blandning av bostäder						
Ljudmiljö						
Luftkvalitet						
Inomhusmiljö						
Hushållsavfall						
Resvanor						
Byggnaders energi-användning						
Klimat-påverkan från:	1. byggskedet av nya bostadsbyggnader					
	3. energianvändningen vid drift av bostadsbyggnader					
	4. lokalbyggnader					
	5. transport infrastruktur					
	Biologisk mångfald (bara tillhandahållandet av grönområden här)					
Dagvattenrening, översvömnings-risker						
		Total				
		mycket bra	bra	medel	dålig	mycket dålig
		CityLab kriterierna uppfylls			City Lab kriterierna uppfylls ej	
		ej aktuell	ej utvärderad			

Förklaring av Tabell 3 och 4 – relativ bedömning av varje indikator

Som nämnt tidigare är en stadsutformnings hållbarhetsprestanda oftast inte direkt relaterad till de element som kännetecknar typen av stadsutformning, t.ex. densitet i byggandet. Socioekonomiska kriterier kan exempelvis spela en stor roll i prestandan, eftersom det finns ett samband mellan alla aspekter av hållbarhet (miljömässigt, socialt, och ekonomiskt). Också sambanden mellan de olika delarna som utgör stadsdelens utformning (t.ex. densitet i byggnader, byggnadstyper, markanvändning, transportinfrastruktur, osv), samt hur dessa delar utnyttjas, kan påverka stadsdelens hållbarhetsprestanda. I denna studie utgör samband av dessa slag en betydande osäkerhet, särskilt med avseende på några av City Lab-indikatorerna, på grund av osäkerheter i socioekonomiska parametrar, brister i data som använts, samt osäkerheter i de nödvändiga antaganden som gjorts.

För stadsdelarnas **trygghetsnivåer** visade nationell statistik (NTU-statistik, 2007–2018) (i denna studie inte möjlig att komplettera med frågeformulär till invånarna, som föreslaget av City Lab) att höghuskonstruktioner väcker otrygghet för invånare som går ensamma på kvällen. Detta gjorde att den kompakta stadsdelen ej uppfyller minimikraven för denna indikator, medan tryggheten inte ansågs vara ett problem för "trädgårdsstaden". **Tillit till grannskapet** bedömdes vara mycket beroende av socioekonomiska aspekter i området, och eftersom det inte finns tillräcklig information eller statistik att grunda bedömningen på, antogs prestandan för båda alternativen vara medel här.

Tillhandahållandet av tillräckliga **offentliga och kommersiella tjänster i området** för att skapa ett hållbart samhälle – baserat på antalet invånare – var ett krav under utformningen av områdena, varför båda alternativen uppfyller kriterierna. Även om tätbefolkade stadsutformningar så som den "kompakta staden" har visat sig stödja ett större utbud av tjänster, innefattar den ursprungliga definitionen av termen "trädgårdsstad" också en miljö med blandad användning. Under förutsättning att en kritisk befolkningsgräns (inte konkret definierad) uppfylls, och att en adekvat stadsplanering genomförs, kan

stadsutformningar med medel befolkningstäthet – som trädgårdsstäder – således också stödja ett tillräckligt stort antal tjänster.

Invånarnas **resvanor** är mycket beroende av tillhandahållandet av en miljö med blandad användning inom områdets gränser. Som nämnts ovan kan en tät stadsutformning inom ”trädgårdsstaden” stödja kollektivtrafik, och effektiv användning av övriga tjänster och allmänna utrymmen, även utan höghus. Givetvis kan dock inte samma befolkningstäthet uppnås inom samma area, vilket blir den främsta nackdelen med den lågt byggda ”trädgårdsstaden”, eftersom det för kollektivtrafiken – likt övriga faciliteter – gäller att ju större antal invånare ett område har, desto mer kostnadseffektiv och regelbunden kollektivtrafik är möjlig att implementera. Det uppskattades dock med hjälp av verktyget Trafikalstringsverktyg (Trafikverket, version 1) att andelen resor med respektive transportmedel, räknat utifrån de totala antalet resorna, var samma inom båda stadsdelarna. Anledningen till detta ligger förmodligen i att båda områdena har en blandad användning. Antalet resor per dag och person visade sig också vara ungefär desamma (den kompakta staden visar 2,5 gånger fler resor/stadsdel, men rymmer också 2,5 gånger fler invånare).

Däremot kan den ”kompakta staden” anses bättre stödja användning av kollektivtrafik, vilket minskar bilresor per person i jämförelse med ”trädgårdsstaden”. Men de totala avstånden som restes i området är direkt relaterade till befolkningstätheten. Detta innebär att för att nettotrafiken med bil ska minskas i områden med hög befolkningstäthet måste det ske en avsevärd minskning av bilresor per person för att kompensera för den ökade befolkningen. Annars ökar den totala biltrafiken per område.

Kravet på en GYF > 0,5 skapade en fördel för att **umgås i offentliga utrymmen** i den ”kompakta staden”, jämfört med i ”trädgårdsstaden” där majoriteten av områdets grönområden utgörs av privata trädgårdar. Dock planerades båda stadsdelarna utifrån minimikraven för hållbarhet för tillhandahållande av mötesplatser enligt City Lab, och uppfyller således båda kraven för hållbarhet.

I **kvalitet på utomhusluft** presterar ”trädgårdsstaden” bättre än den ”kompakta staden” eftersom det finns mindre utsläpp från vägtrafik på grund av ett lägre antal invånare. Låga trafikflöden i kombination med små kvarter och lågt byggda konstruktioner skapar en gynnsammare utomhusluftkvalitet, som också observerades när ett mätverktyg (SMHI, 2019) användes för områdena Duvbo och Ör som referens.

Energianvändningen i bostadshus baserades på energideklarationerna för de två konstruktionerna, är båda utgör så kallade lågenergibygnader. Byggnaderna i kvarter Blå Jungfrun beter sig dock bättre (54 kWh/m²Atemp/år (exklusive hushållsel), medan Linnea-husets specifika energiförbrukning är 61 kWh/m²Atemp/år). Alla offentliga byggnader antas också ha designats energieffektivt och antas vidare förbruka samma mängd energi per m² Atemp inom båda stadsutformningarna. De antas därför ha samma klimatpåverkan.

Klimatpåverkan från själva bostäderna beräknades totalt och i relation till antalet invånare. Den ”kompakta staden” rymmer visserligen mer än dubbla invånarantalet som i ”trädgårdsstaden”, men visade sig också ha ett mer än tre gånger högre koldioxidavtryck än ”trädgårdsstaden”. Koldioxidavtrycket per invånare är också större i den kompakta staden med ungefär 30 % (se **Tabell 5**).

Transportinfrastrukturens klimatpåverkan beräknades efter antagandet att ”trädgårdsstadens” totala vägnät förbrukar lika mycket mark som de breda vägarna i den ”kompakta staden”. Resultatet blev då att koldioxidutsläppen per person från transportinfrastruktur är större för ”trädgårdsstaden”, eftersom den består av färre invånare, medan koldioxidutsläppen per område är samma.

Tabell 5. Jämförelse av klimatpåverkan från bostadssektorn för hela stadsdelen i de två studerade alternativen.

Livscykelkedje	kg CO ₂ eq/m ² Atemp		Totala klimatpåverkan för hela grannskapet (ton CO ₂ -eq/år)		Klimatpåverkan per boende för hela grannskapet (kg CO ₂ -eq/boende/år)	
	Blå Jungfrun	Linnea	Blå Jungfrun	Linnea	Blå Jungfrun	Linnea
Byggskede (A1-5)	331	157.31	1311.12	250.82	220.73	101.46
Användningsskede	205	223.94	812.02	357.06	136.70	144.44
Slutskede	18	10	71.30	15.94	12.00	6.45
Summa LCA	554	391.25	2194.44	623.82	369.43	252.36

Sammanfattningsvis kan sägas att båda typerna av stadsdelar uppför sig på liknande vis när det gäller hållbarhet per person, medan det vid hållbarhet per område är tydligt att "trädgårdsstaden" har bättre resultat. Detta anses vara rimligt eftersom trädgårdsstäder tillhandahåller boende för ett mindre antal människor. Slutsatsen utifrån detta blir dock att eftersom de två stadsdelarna har olika egenskaper och var och en för sig uppför sig bättre än den andra i relation till vissa hållbarhetsindikatorer, är det nog intressant att försöka integrera dessa två stadsutformningar genom att utnyttja varje alternativs fördelar och på så vis skapa en hållbar stad, sett till staden i stort.

4. Förslag och rekommendationer

Efter att ha genomfört känslighetsanalyser för att observera hur valet av viktiga parametrar påverkar det slutgiltiga resultatet föreslås några förbättringar för de två stadsutformningarna:

Standard "trädgårdsstad":

- Byte av bostäder med en våning till tvåvåningshus i trä med samma bruttoarea. Resultatet efter bytet ledde till oförändrade fördelar relaterade till enplanshus, men med utrymme för fler bostäder eller fler mötesplatser samt minskning av miljöpåverkan från produktionskedjet (i och med minskad mängd betong som används för grundläggning och tak).
- Installation av solpaneler och gröna tak i designen av carport och/eller på hustak.
- Ändring av transportmedel för prefabricerade konstruktionselement. Enligt känslighetsanalysen kan transportens bidrag till byggskedet reduceras med 87 % mindre utsläpp, med hjälp av ett byte från fossilt drivmedel till HVO⁶ eller 62 % genom att använda järnväg istället för lastbilar.
- Anslutning av trädgårdsstädernas gemensamma vägnät till huvudvägarna, för att undvika riskerna för påkörning med smala vägar och för att underlätta underhåll. Ett förslag är att integrera flera typer av transportsystem; gång- och cykelvägar, bilvägar och system för kollektivtrafik, och på så sätt utforma ett attraktivt och effektivt nätverk av resmöjligheter.

Standard "kompakt stad":

- Byte från betong till trä som huvudsakligt byggmaterial i husen – även för höghus – förutsatt att träet produceras på ett hållbart sätt. Enligt känslighetsanalysen minskade de resulterande koldioxidutsläppen från bostäderna med nästan 20 % vid detta skifte.
- Blandning av bostäder och lägenheter anpassade för människor med olika inkomst och från åldersgrupper är en åtgärd som antas kunna höja säkerheten i den "kompakta staden". En annan åtgärd för detta är i att integrera öppna och gröna allmänna utrymmen, som inte bör koncentreras på ett eller två ställen i stadsdelen, utan som är nära och tillgängliga för hela grannskapet. Vid stora grönområden bör extra säkerhetsåtgärder vidtas så att invånarna känner sig trygga när de passerar

⁶ HVO = Hydrotreated vegetable oil, en form av biodiesel.

dessa, isolerade från byggd infrastruktur. Anledningen till denna samling förslag är att det observerades genom statistik att säkerhetsnivåerna i kompakta städer inte är tillräckliga. Då säkerheten är en faktor som är relaterad till socioekonomiska kriterier, såsom inkomst, skicket av den byggda miljön och den sociala sammansättningen i grannskapet, antas dessa förslag kunna höja den "kompakta stadens" trygghetsnivå.

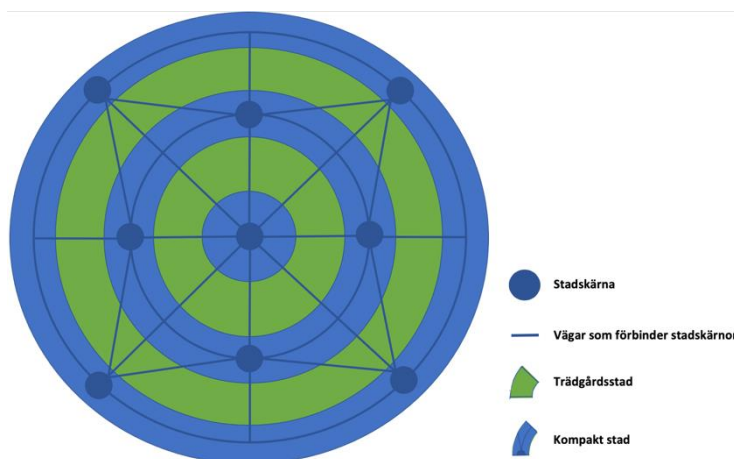
- Integrering av gröna tak och gröna fasader för att skapa en mer trivsamt miljö, samt integration av gröna områden i hela området, vilket förbättrar luftkvaliteten och den termiska komforten, samt stärker känslan av närhet till naturen.

Allmänna förslag

Det bör nämnas att de utvärderade standardutformningarna inte egentligen är typiska för respektive modell. En typisk "trädgårdsstad" skulle istället bestå av flera varianter av lågbostadshus; fristående enfamiljshus i en eller två våningar, radhus, och flerbostadshus i upp till fyra våningar med tillhörande trädgårdar, där prioriteringen av dessa sker från första till sista byggnadstyp. I vårt exempel utgörs stadsdelen som bekant istället enbart av ett och samma typexempel för fristående enfamiljshus. En typisk "kompakt stad" i ett förortsområde skulle till skillnad från vårt exempel innehålla en mycket tätbyggd miljö utan tillräcklig GYF och ofta också utan närhet till gröna områden.

Av analysen kan man dra slutsatsen att det inte finns något "one size fits all"-koncept när man talar om hållbara stadsutformning. Förutsatt att en stadsdel är organiserad på ett sätt som kan stödja ett effektivt kollektivtrafiksystäm, ett tillräckligt antal tjänster och faciliteter, och trygga och nöjda invånare, så har den potential att vara hållbart. Eftersom socioekonomiska skillnader alltid kommer att existera är båda stadsutformningarna nödvändiga för att en stad ska kunna utvecklas. Ur ett hållbarhetsperspektiv bör dock inte trädgårdsstäderna lämnas kvar i städernas utkanter, eftersom detta kan vara den främsta orsaken till en ökad bilanvändning i denna typ av stadsutformning.

Ett allmänt förslag skulle därför vara att utforma städer i stort som lyckas integrera kompakta stadsliknande med trädgårdsliknande stadsdelar (i deras typiska form) på ett sätt som inte isolerar områden med lägre täthet (se exempel i **Figur 7**).



Figur 7. Föreslagen stadsplanering med växling mellan trädgårdsliknande och kompakta stadsdelar.

Flera stadskärnor kan undvika trafikstopp, risker med föroreningar och efterfrågan på boende inne i centrum. Växling mellan mycket täta områden med skyskrapor och trädgårdsstäder med lägre täthet skulle också möjliggöra tillgång till ett större urval av olika sorters bostäder och på så vis generera mångfald i staden. Med denna planering är alla stadskärnor kopplade till varandra via kollektivtrafik, vilket uppmuntrar en minskad bilanvändning.

Referenser

- Sundbybergs stad , 2013. Sundbybergs stads översiktsplan. [Online]
Available at: <http://www.sundbybergsstadshus.se/wp-content/uploads/2016/12/Oversiktsplanen.pdf>
[Accessed 13 March 2019].
- Jenks, M., Burton, E. & Williams, K., 1996. *The Compact City, A Sustainable Urban Form?* 1st Edition ed. s.l.:s.n.
- Malmqvist, T., Erlandsson, M., Francart, N. & Kellner, J., 2018. *Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus. Underlagsrapport.* , Stockholm: Sveriges Byggindustrier.
- Nelson, A. C. & Duncan, J. B., 1995. *Growth management principles and practices.* Chicago: American Planning Association.
- NTU statistics, 2007-2018. *Insecurity in outdoor activities late in the evening in own residential area.* [Online]
Available at: <https://www.bra.se/statistik/statistiska-undersokningar.html>
[Accessed 20 May 2019].
- SGBC, CityLab, 2019. *CITYLAB, CERTIFIERING AV STADSDELAR.* [Online]
Available at: <https://www.sgbc.se/app/uploads/2019/04/Remissversion-Citylab-certifiering-av-stadsdelar.pdf>
[Accessed 27 February 2019].
- SMHI, 2019. *Verktyg för objektiv skattning med spridningsmodellering.* [Online]
Available at: <http://voss.smhi.se/>
[Accessed 29 March 2019].
- Trafikverket, Version 1. *Trafikalstringsverktyg.* [Online]
Available at: <https://applikation.trafikverket.se/trafikalstring/>
[Accessed 20 April 2019].
- Vale, D. d. S., 2009. *Sustainable Urban Form, Accessibility and Travel: The relationship between polycentric urban development and commuting in Lisbon.*, Newcastle: Newcastle University.
- Vernet, N. & Coste, A., 2017. *Garden Cities of the 21st Century: A Sustainable Path to Suburban Reform.* Urban Planning (ISSN: 2183–7635), Vol.2, p. 45–60.
- Wallhagen, M., Glaumann, M. & Malmqvist, T., 2011. *Basic building life cycle calculations to decrease contribution to climate change—Case study on an office building in Sweden.* In: *Building and Environment*, Vol. 46 (10). s.l.: s.n., pp. 1863-1871.
- Williams, K., Burton, E. & Jenks, M., 2000. *Achieving Sustainable Urban Form.* Land Use Policy.
- Omslagsbild:**
Näslund-Hadley, E. et al., 2017. *Sustainable cities-for-smart-urban-growth*, slide 23. [Online]
Available at: <https://www.slideshare.net/pthuyduong/sustainable-citiesforsmarturbangrowth>
[Accessed 14 April 2019].