

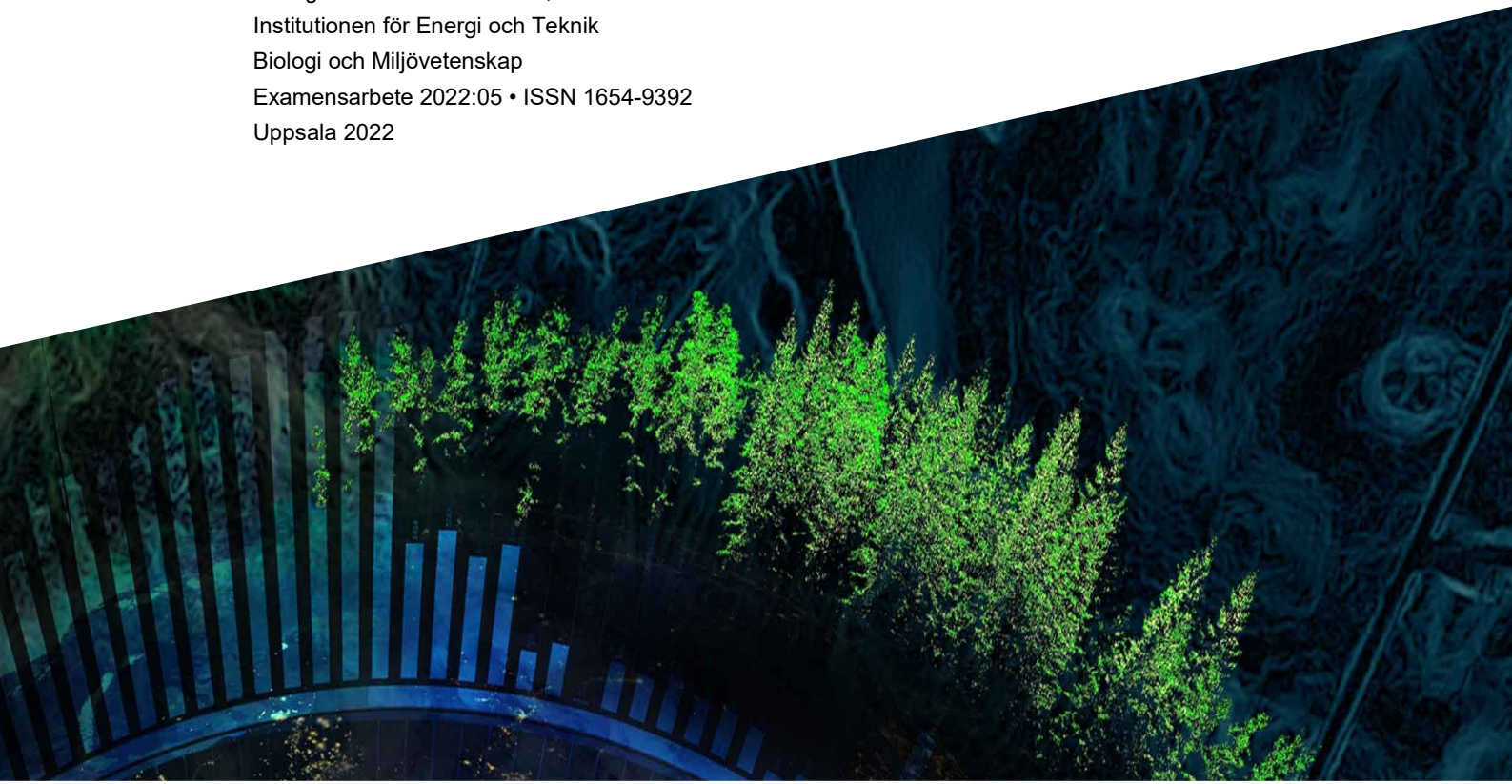


Stadens biologiska mångfald

– Ett urbant grönområdes ekosystempåverkan
ur ett livscykelperspektiv

Linnéa Sigvardsson och Molly Lind Mayer

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för Energi och Teknik
Biologi och Miljövetenskap
Examensarbete 2022:05 • ISSN 1654-9392
Uppsala 2022



Stadens biologiska mångfald – Ett urbant grönområdes ekosystempåverkan ur ett livscykelperspektiv

Biodiversity in cities – The ecosystem impact of an urban green area from a life cycle perspective

Linnéa Sigvardsson och Molly Lind Mayer

Handledare: Louise Bartek, Sveriges Lantbruksuniversitet, Energi och Teknik
Examinator: Mattias Eriksson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Energi och Teknik

Kurstitel: Självständigt arbete i miljövetenskap
Kurskod: EX0896
Omfattning: 15 hp
Nivå fördjupning: Grundnivå, G2E
Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap
Kursansvarig inst.: Institutionen för Energi och Teknik
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2022
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)
Delnummer i serien: 2022:09
ISSN: 1654-9392

Nyckelord: *Livscykelanalys (LCA), biologisk mångfald, grönområde, urbana grönområden.*

Sveriges Lantbruksuniversitet

Fakulteten för Naturresurser och Jordbruksvetenskap
Institutionen för Energi och Teknik

Publicering och arkivering

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

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

Sammanfattning

Gröna stadsområden utgör en ekonomisk och social samlingspunkt. Fragmentering av grönområden är ett av de största hoten mot biologisk mångfald. Nästan 60% av alla grönområden i Sverige består av klippta gräsmattor som inte kan nyttjas av många arter. Hur ett grönområde planeras och underhålls kan avgöra hur stor påverkan blir på miljön och biodiversiteten. Livscykelanalyser är det bästa verktyget som finns för att beräkna ekosystempåverkan idag. Problemet är att det inte går att inkludera alla fem drivande faktorerna till förluster av biologisk mångfald. Genom att öka kunskapen om hur biologisk mångfald kan integreras i planeringen av ett grönområde blir det möjligt att göra smartare beslut som samtidigt bidrar till att snabbare uppfylla de globala hållbarhetsmålen.

Den här studien fokuserar på ekosystempåverkan från underhåll och etablering av ett grönområde på 4200 m². I denna studie bildas och jämförs två scenarier på samma grönområde. Ett nutida scenario med övervägande klippt gräs och ett andra scenario med lika delar gräs, äng, buskar, träd och växter. Studiens omfattning avser livscykeln för ett urbant grönområde under 50 år. Målet med studien är att skapa ett underlag för urbana grönområden och avgöra vad som bidrar till ekosystempåverkan från etablering och underhåll.

Genom att göra förändringar enligt det andra scenariot går det att minska ekosystempåverkan från grönområdet med 66%. Miljöpåverkanskategorier som har störst påverkan på ekosystemet är global uppvärmning, markanvändning, försurning och vattenkonsumtion. Studien visar att processer som framför allt bidrar till ekosystempåverkan är bevattning, gödsel och jord. Samtidigt belyser resultatet de svårigheter som finns med att inkludera den biologiska mångfalden inom livscykelanalyser i sin helhet. På så sätt visas vikten av att vidareutveckla metoden för att få en bild av hela processkedjans påverkan på biodiversiteten. Med resultaten, och stöd från andra studier om vad som gynnar biodiversiteten på plats, kommer denna studie fram till att gräsmattor bör bytas ut mot mer träd, buskar, äng och växter i den mån det går.

Nyckelord: Livscykelanalys (LCA), biologisk mångfald, grönområde, urbana grönområden.

Abstract

Urban Green areas are vital economic and social gathering points. Fragmentation of green areas is one of the biggest threats to biodiversity. Almost 60% of all green areas in Sweden consist of mowed lawns that cannot be inhabited by many species. How a green area is introduced and maintained can determine how large of an impact it will have on the environment and biodiversity. A life cycle assessment is the best tool available for measuring ecosystem impacts today. However, the problem is that it is not possible to include all five driving factors for biodiversity loss. Increased understanding of how biodiversity can be included in green area planning will make it easier to make more informed decisions that will help the world achieve its sustainability goals.

This study focuses on the ecosystem impact from maintenance and establishment of an urban green area at 4200 m². Two scenarios from the same area are formed and compared, a contemporary scenario with predominantly cut grass and a second scenario with equal parts grass, meadow, shrubs, trees, and plants. The scope of the study refers to the life cycle of an urban green area under 50 years. The aim of the study is to create a basis for urban green areas and determine what contributes to the ecosystem impact from establishment and maintenance.

When making changes according to the second scenario it is possible to reduce the ecosystem impacts of a green area by 66%. Environmental impact categories that have the greatest effect on the ecosystem are global warming potential, land use, acidification, and water consumption. The study shows that processes that primarily contribute to ecosystem impact are irrigation, fertilizer, and soil. At the same time, the results highlighted the difficulties that exist when including biodiversity in a life cycle assessment. It shows the importance of further developing methods in order to get an understanding of the entire process chain's impact on biodiversity. From the results and support of other studies on what benefits biodiversity conclusions can be made that lawns should be replaced with more trees, shrubs, meadows, and plants where possible.

Keywords: Life cycle assessment (LCA), biodiversity, green area, urban green area.

Förord

Denna studie inkluderar 15 hp på Sveriges Lantbruksuniversitet. Detta är ett examensarbete för kandidatprogrammet i biologi och miljövetenskap, med inriktning miljövetenskap, som examineras av Mattias Eriksson på institutionen för Energi och Teknik.

Först vill vi tacka vår handledare Louise Bartek som väglett oss i arbetets gång med en positiv och uppmuntrande inställning. Din feedback och tid har varit ovärderlig för vårt arbete. Vi vill samtidigt tacka Sara och Agnes från Ecogain som delat med sig av sin expertis inom biologisk mångfald och som gett oss möjligheten att komma i kontakt med Sara på Akademiska hus. Från dag ett har du delat med dig av inspirerande idéer som fått oss att tänka i nya banor. Slutligen vill vi tacka SLU och vår klass för dessa underbara tre år med kunskap, gemenskap och intresse för en hållbar framtid.

Innehållsförteckning

Förord	2
Figurförteckning	4
Tabellförteckning	5
Förkortningar	6
1 Introduktion	7
1.1 Stadsutveckling och biologisk mångfald	7
1.2 Gröna stadsområden	8
1.2.2 Träd och buskar	8
1.2.3 Gräs och växter.....	9
1.2.4 Hårdgjorda ytor	9
1.3 Livscykelanalys	9
1.3.1 Miljöpåverkansbedömning	11
1.4 Problembeskrivning.....	12
1.4.1 Syfte och frågeställning.....	13
2. Metod	14
2.1 Mål och omfattning	14
2.1.1 Funktionell enhet.....	14
2.1.2 Systembeskrivning	14
2.1.3 Systemavgränsning	16
2.2 Inventeringsanalys	17
2.2.1 Antaganden och allokering	17
2.2.3 Dataset.....	18
2.2.4 Asfalt	19
2.2.5 Träd.....	19
2.2.6 Buskar	21
2.2.7 Gräs	22
2.2.8 Äng.....	23
2.2.9 Växter.....	24
2.3 Känslighetsanalys	25
3. Resultat	27
3.1 Miljöpåverkan av en urban grönyta	27

3.2 Ekosystempåverkan	28
3.2.1 Global uppvärmningspotential, försurning, markanvändning och vattenkonsumtion.....	29
3.3 Känslighetsanalys	30
4. Diskussion	32
4.1 Miljöpåverkan och ekosystemnytta med gröna ytor.....	32
4.2 Känslighetsanalys	36
4.3 Osäkerheter och begränsningar.....	37
5. Slutsats	39
Referenser.....	40
Bilaga.....	47

Figurförteckning

Figur 1. Överblick av påverkanskategorierna som ingår i ReCiPe 2016 metoden och deras relationer till påverkat område (Huijbregts et al. 2017). Datan anges i 18 mittpunkter och 3 slutpunkter.	10
Figur 2. Ortofoto över Ultuna campus och det grönområde som valts för studien. Området återfinns inom den röda cirkeln. Datakälla: Ortofoto Lantmäteriet ©. Bilden har zoomats in och den röda cirkeln är tillagd i efterhand.	15
Figur 3. Scenario 1 och scenario 2. Förenklad bild av studiens flödesschema och systemgräns.....	16
Figur 4. Ekosystempåverkan för scenario 1 och 2, uppdelat i vilken skadepåverkanskategori de bidrar mest till.	28
Figur 5. Scenario 1 och 2. Andelen påverkan från framställning, etablering och underhåll, uppdelat i de ingående kategorierna.	29
Figur 6. Påverkan på alla fyra påverkanskategorier och vad som påverkar mest i species.yr/ grönområde.	30
Figur 7. Sammanställning av den totala ekosystempåverkan från basscenario 1 och 2 och vad som händer om olika parametrar ändras eller läggs till.....	31

Tabellförteckning

Tabell 1. Data för asfalten uttryckt per urbant grönområde under 50 år.....	19
Tabell 2. Data för träd uttryckt per urbant grönområde under 50 år	20
Tabell 3. Data för buskar uttryckt per urbant grönområde under 50 år.....	21
Tabell 4. Data för gräs uttryckt per urbant grönområde under 50 år	22
Tabell 5. Data för äng uttryckt per urbant grönområde under 50 år	23
Tabell 6. Data för växter uttryckt per urbant grönområde under 50 år.....	24
Tabell 7. Utsläpp från scenario 1 och scenario 2 uppdelat i samtliga påverkanskategorier utan koldioxidupptag. Belysta delar i tabellen är de kategorierna som har högst utsläpp.	27
Tabell 8. Dataset som används i systemet för etablering och underhåll för ett grönområde	47
Tabell 9. Barkens dataset; Ecoinvent 3.5 treatment of waste wood, post-consumer, sorting and shredding – CH (dataset 25).....	49

Förkortningar

LCA	Livscykelanalys
LCIA	Livscykel påverkans analys
FE	Funktionell enhet
CO ₂	Koldioxid
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
GWP	Global uppvärmnings potential

1 Introduktion

1.1 Stadsutveckling och biologisk mångfald

Fragmentering av grönområden och förlust av habitat är några av de mest akuta hoten mot biodiversitet världen över (Ebenhard 2021; Rogan & Lacher 2018) som en effekt av den växande infrastrukturen (Cardoso 2020). Biologisk mångfald, även kallat biodiversitet, anger variationen i både antalet levande organismer och artens mängd, inom och mellan arter och mångfald av ekosystem. Biodiversiteten avser både akvatiska och terrestra miljöers levande organismer, samt de ekologiska processer och relationer mellan dem. (Stendahl 2020)

Redan under Rio konventionen 1992 introducerade UNEP (United Nations Environment Programme) att biodiversiteten är en viktig del i miljöfrågan (UNEP 1992). Ett ekosystem med högre biodiversitet har bättre resistans mot klimatförändringarna (Winter et al. 2017). Genom att skaffa en uppfattning om hur den biologiska mångfalden blir påverkad i dagsläget går det att göra bättre och smartare beslut och snabbare uppfylla de globala hållbarhetsmålen (Blicharska 2019).

Akademiska hus är en av Sveriges största park- och markförvaltare (Bjuggren u.å.). För att bidra till ett mer hållbart samhälle har de gjort större insatser för att främja den biologiska mångfalden (Edofsson 2020). De arbetar för att förstärka de ekologiska värdena på campus utomhusmiljöer genom att anlägga exempelvis ängar, odlingslotter, dagvattendammar, vattenspeglar och permakulturträdgårdar (Edofsson 2020). Ett gemensamt initiativ med Sveriges Lantbruksuniversitet har fokus på att öppna upp för ett grönare campus (Löwling et al. 2020). Karlsson¹ på Akademiska hus berättar att fastighetsförvaltaren på campus i Ultuna har gjort en inventering i området där ytor kan göras om från gräsmatta till äng. Studien har fokuserat på ett av dessa områden som beskrivs mer under avsnittet 2.1.5 Scenarier.

¹ Sara Karlsson, Akademiska hus [mail] 2022-04-14

1.2 Gröna stadsområden

Statistiska centralbyrån definierar grönytor som alla typer av gröna ytor inom tätortsgränsen. Det inkluderar parker, öppna gräsytor och andra träd- och gräsbevuxna ytor. Ett grönområde är förenklat sammanhängande grönytor. (Statistiska centralbyrån u.å.)

Städer växer och de urbana ytorna blir allt viktigare för att stötta den biologiska mångfalden och samtidigt bidra till det större nätverket av viktiga habitat för den omgivande floran och faunan (Goddard et al. 2010). Det gör dagens planering av städer avgörande för framtiden och hur det går att skydda utsatta arter (Dylewski et al. 2019).

Gröna områden gör städer både mer attraktiva, hållbara och bidrar med ett flertal positiva följder. Ekosystemtjänster är ett begrepp som ofta tas upp i samband med naturens och djurens värde (Dahl et al. 2017). Det kan vara fixering av koldioxid, förbättrad luftkvalitet, bullerdämpning, pollinering, skydd av växter och djur. (Tranvik 2022). Naturvårdsverket beskriver ekosystemtjänster som de produkter och tjänster som naturens ekosystem ger oss människor och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet (Naturvårdsverket 2022c). Ekosystemtjänster från växtlighet, som har en viktig roll i urbana miljöer som i övrigt har många hårdgjorda ytor, är även förbättrad jordkvalitet, kolbindning och vattenreglering (Boverket 2019b).

1.2.2 Träd och buskar

Trädens positiva effekt i våra stadsmiljöer har dokumenterats i ett flertal studier. Både tätare och storvuxna träd anses vara avgörande för en bra klimatnytta i städer på grund av att träd kan binda in stora mängder koldioxid, CO₂, från atmosfären. (Davies et al. 2011; Marselle et al. 2020)

Gran, björk och bok är viktiga för omkring 1000 arter vardera (Sundberg et al. 2019). Både levande träd och gamla växtdelar har en betydande roll som skapar mikrohabitat för lavar såväl som insekter, och har ofta stark anknytning till rödlistade arter. Örter och mindre buskar fungerar som skydd och boplatser för framför allt bin och steklar. Träd och större buskar är viktiga för en stor mängd andra organismer. Genom att utgöra föda, boplatser, gömställen eller skapa symbiotiska relationer (Sundberg et al. 2019). Träd och buskar är bra för fåglar att söka skydd i under vintern och bygga bon i på våren och har en effekt på hur många fågelarter som trivs i området (Savard et al. 2000). En mångfald av växtarter i olika stadier skapar en hög artrikedom på platsen. Många olika buskar och lövträd,

flerskiktade blandskogar och artrika gräsmarker som ängar är livsviktiga miljöer för många arter (Sundberg et al. 2019).

1.2.3 Gräs och växter

Historiskt och än idag värderar många gräsmattor högt eftersom de har ett kulturellt och socialt värde. Sedan tidigt 2000-tal har gräsmattan börjat presenteras som en problematisk yta för det urbana landskapet (Smith & Fellowes 2014). Gräsmattan tar upp 40 – 60% av våra urbana grönområden (Ignatieva 2017) men ses som en monokultur med låg biologisk mångfald som förskjuter det inhemska landskapets flora och fauna (Smith & Fellowes 2014).

Dylewski et al. (2019) gjorde en undersökning som visade att urbana gräsmarker, där gräs får växa fritt, var överlägsna parker och bostadsområden när det kommer till diversiteten av pollinatörer och fjärilar. En stor anledning till den positiva utvecklingen var valet av växtarter, dess mängd och växthöjd. Störning av klippning av gräs och träd, valet av exotiska växter framför inhemska samt den dåliga vegetationsstrukturen är faktorer som i stället visar skapa lägre biodiversitet. (Dylewski et al. 2019) Genom att inte klippa en gräsmatta regelbundet gynnas biodiversiteten (Chollet et al. 2018; Nyström 2019). Att plantera inhemska växter och skapa blomsterängar som är mer eller mindre orörda visar också en ökning i biodiversitet i urbana miljöer (Lindemann-Matthies & Bose 2007).

1.2.4 Hårdgjorda ytor

Den ökande urbaniseringen hotar ekosystemtjänster och behöver skyddas (Brzoska et al. 2021). Ytor som asfalt och cement leder bland annat till ökad temperatur i luften (Kjelgren & Montague 1998; Brzoska et al. 2021) och kan bland annat skapa problem med dagvattenansamlingar (Boverket 2019b). Genom att minimera asfalt och plattor i bebyggda miljöer ökar möjligheten för arter att röra sig mellan områden. Sannolikheten att de kan nyttja och överleva i den bebyggda miljön ökar därmed. (Persson et al. 2014)

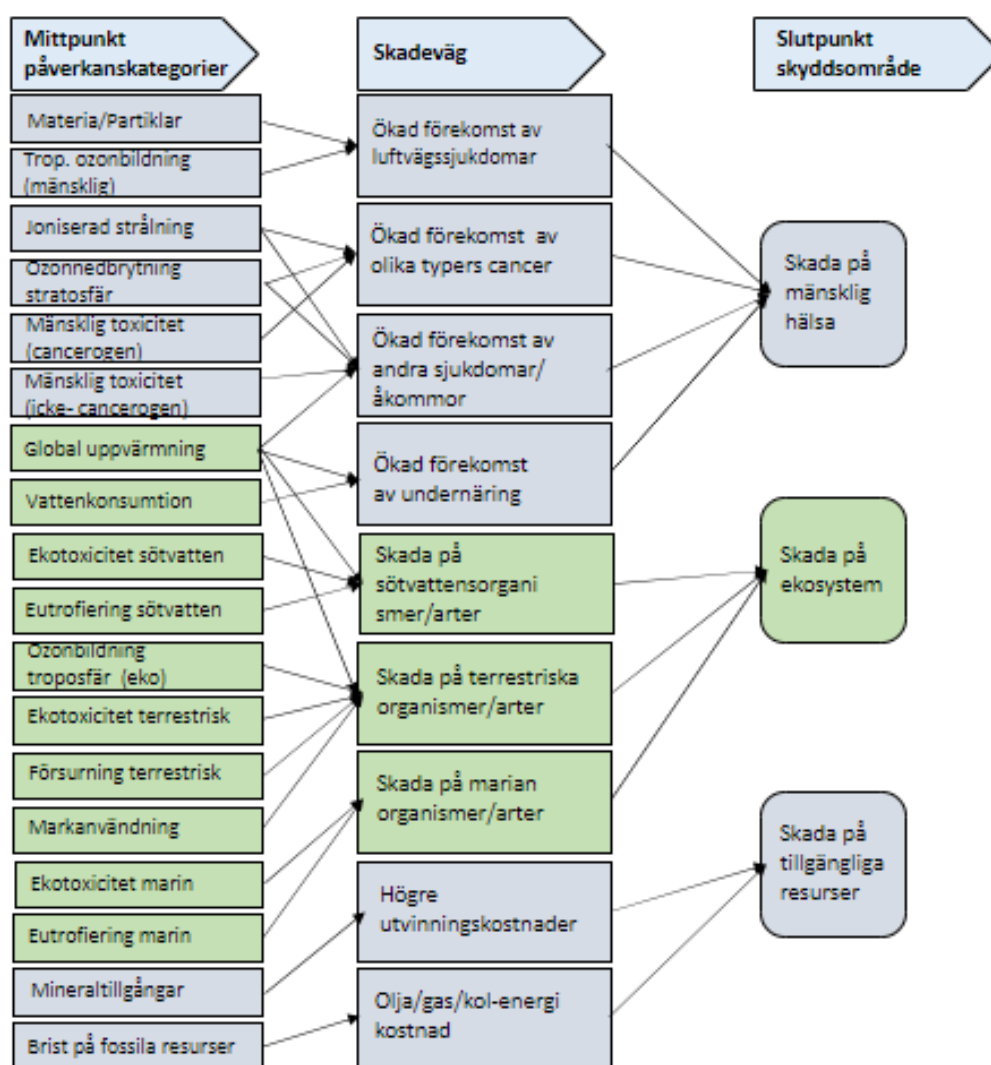
1.3 Livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) är en metod som används för att beräkna klimatpåverkan för en process eller produkt från ”vagga till grav” och kan därmed inkludera alla steg i processen – allt från uttag av råvaror till slutsteget av produktens livscykel. (ISO 2006)

För att bedöma potentiella konsekvenser på miljön har livscykelanalyser blivit en mer vanlig metod att använda (Crenna et al. 2020). På grund av den stora

möjligheten att räkna på in- och utflöden inom LCA spelar det en viktig roll i beslutsfattning inom miljöarbetet (Sala et al. 2021). Första steget till att kunna hjälpa naturen och biodiversiteten **positivt** är att kunna identifiera vad som påverkar den negativt. Där är LCA ett av de bästa alternativen för att få en holistisk bild över den globala påverkan på biodiversiteten (Souza et al. 2015). Det kan möjliggöra beslut som är bättre för den biologiska mångfalden och som lägger fokus där större skillnad kan uppnås.

En LCA som följer ReCiPe-metoden får ut resultaten i flera olika steg. Den största skillnaden är mellan metodval av mittpunkt och slutpunkt som presenterar olika steg i effektkedjan för att beräkna skadepåverkan (figur 1) (Meijer 2021). Den rekommenderade metoden för att karaktärisera förluster av arter är slutpunkt (Curran 2012).



Figur 1. Överblick av påverkanskategorierna som ingår i ReCiPe 2016-metoden och deras relationer till påverkat område (Huijbregts et al. 2017). Datan anges i 18 mittpunkter och 3 slutpunkter.

Mittpunkt-metoden visar vilka processer som leder till den potentiella miljöskadan, såsom utsläpp av CO₂ och partiklar i atmosfären. Fördelen med metoden är att den visar större omfattning och resultatet har en större säkerhet. Det tillvägagångssättet kompletteras sedan av slutpunkter som i stället kan vara lättare att tolka och utläsa betydelsen av (figur 1). Slutpunkter visar den miljöpåverkan som sker till följd av processen, exempelvis hur arter blir påverkade. De presenteras i tre kategorier som är värda att skydda, nämligen mänsklig hälsa, ekosystempåverkan och resursbrist. (Huijbregts et al. 2017) Vid redovisning av resultat från en LCA-studie vid jämförelse mellan olika system kan det vara fördelaktigt att presentera slutpunkter för att lättare förstå (Meijer 2021). Eftersom denna studie kommer fokusera på ekosystempåverkan kommer slutpunkter diskuteras mest.

1.3.1 Miljöpåverkansbedömning

Några av de påverkanskategorier som ofta leder till stor påverkan på ekosystemen och biodiversiteten är global uppvärmningspotential för terrestriska ekosystem (GWP) (Revesz et al. 2014), markbunden försurning (van Zelm et al. 2015), markanvändning (Kaenchan et al. 2018) och vattenkonsumtion (Jeswani & Azapagic 2011).

För att jämföra gaser med varandra som har olika stark global uppvärmningspotential, GWP, finns det ett sätt att räkna om dem till koldioxidekvivalenter. Ju större GWP, desto mer bidrar gasen till uppvärmning av jorden (US EPA 2016). Vanligen bidrar transporter, tyngre maskiner, el, värme eller livsmedel till en stor andel utsläpp (Naturvårdsverket 2022a). Direkta effekter av global uppvärmning är relationen till klimatet och väderfenomen som har en in situ-effekt på ekosystem och orsakar förlust av habitat och tvingar arter att emigrera eller dö ut. Indikatorer är temperaturhöjningar som i sin tur beräknas beröra en sjättedel av världens arter negativt. (IPBES 2017)

Försurning sker av deposition av huvudsakligen ämnena kväveoxid (NO_x), ammoniak (NH₃) och svaveldioxid (SO₂) (Verones et al. 2020). En av de största källorna till utsläpp av NO_x är luft och vägtransporter samt förbränning inom industrin (Naturvårdsverket u.å.a). En stor källa till svavelutsläpp till atmosfären kommer från användning av bränsle som innehåller svavel (Naturvårdsverket u.å.b). Växter och djur är anpassade till en viss surhet i miljön och kan ta skada eller försvinna med ökad surhet (Naturvårdsverket 2022b).

Markanvändning är den största mänskliga faktorn som bidrar till förlust av biologisk mångfald. Markanvändningens effekter på biodiversiteten baseras på storleken på ytan som brukas och vilken typ av mark det är. Markanvändningen kan leda till både långsiktiga och kortsiktiga, lokala eller globala effekter. Baserat på

hur människan brukar, ockuperar, utnyttjar eller använder marken beräknas ett mått på den förändrade jordkvalitet i potentiell förlust. (PRé Sustainability 2020)

Sötvatten är en livsviktig resurs på jorden och är grunden för allt liv. Påverkanskategorin vattenkonsumtion är viktig inom LCA och internationella organisationen för standardisering har tagit fram ett ”fotavtryck för vatten” för att kunna inkludera användningen av vatten som krävs för att producera varor, tjänster och processer. Många arter är känsliga för föroreningar och förändringar i vattenmiljön, och vissa arter hotas när sötvattensresurser sinar. (Berger & Finkbeiner 2010)

1.4 Problembeskrivning

Det finns fem faktorer som driver på förlusten av den biologiska mångfalden extra mycket; förändrade livsmiljöer, direkt exploatering, klimatförändringar, föroreningar och invasiva arter (Cordella et al. 2022). IPBES (2019) belyser vikten av behovet att inkludera de indirekta faktorerna som bidrar till förluster av biologisk mångfald, såsom produktion- och konsumtionsmönster. Traditionellt sett inriktar sig en LCA på koldioxidutsläpp och det är inte lika vanligt att lägga fokus på förluster av biologisk mångfald. Det finns dessutom begränsningar gällande vad som går att inkludera i en LCA. (Cordella et al. 2022) Nicese et al. (2021) berättar att LCA visat sig vara ett effektivt verktyg vid planering och underhåll av urbana parker men att det behöver kompletteras med andra parametrar.

En av dessa begränsningar inom LCA är att endast tre av fem drivkrafter till försluter av biodiversitet – förändrade livsmiljöer, klimatförändringar och föroreningar – går att inkludera på ett bra sätt (Crenna et al. 2020). Det utvecklas andra metoder som försöker koppla samman ekologisk kunskap och de drivande faktorerna men det kräver fortsatt arbete (Asselin et al. 2019).

Idag går det att uppskatta hur stor påverkan är på arter under en viss tidsperiod baserat på hur stor påverkan är på ekosystemet som studeras. Det anges i enheten species.yr (arter per år) och är en sammanställning av ett flertal skadevägar (figur 1). Det är ett mått som inkluderar ekosystem på land såväl som i vatten. Det är mätt över rum och tid, oftast som potentiella förluster av arter per m² och år. (Huijbregts et al. 2017) Då en LCA täcker en hel produktionskedja som kan ha många olika steg i olika länder, blir påverkan ett mått som är oberoende av plats (Souza et al. 2015). Enheten species.yr används i denna studie för att ange påverkan på ekosystemet. Enheten innefattar enbart vissa arter vilket är en annan begränsning inom LCA (Cordella et al. 2022).

Den senaste rapporten som IPCC (2022) släppte beskriver hur klimatkrisen på många sätt är sammanlänkad med förluster av den biologiska mångfalden. Det är alltså ett problem som borde tas på lika stort allvar, där den biologiska mångfalden borde få större plats i planering av bland annat stads- och parkutveckling.

1.4.1 Syfte och frågeställning

Målet med arbetet är att beräkna miljöpåverkan av ett grönområde nära Ultuna campus i Uppsala. Livscykelanalysen kommer undersöka effekterna som sker ex situ. Vidare undersöktes grönområdets roll för den biologiska mångfalden och dess potential att bidra till ytterligare nytta för ekosystem på lokal nivå.

Syftet med studien är att bidra till kunskapsläget kring hållbara val av vegetation i grönområden, något som kan uppmuntra till fler gröna stadsmiljöer med varierad växtlighet. Resultatet från studien kan bidra med konkret underlag för den svenska stadsmiljöns planering och fortsatta utveckling. Studien kan även fungera som ett vägledande verktyg för samhällsplanerare och andra yrkesverksamma som arbetar tvärvetenskapligt med utveckling av urban grönstruktur, bevarande av biologisk mångfald och klimatfrågan. Samtidigt belyses de svårigheter som finns med att inkludera den biologiska mångfalden inom livscykelanalyser.

För att uppnå detta ställdes två huvudfrågor:

- Hur kan valet av vegetation i en urban grönyta påverka miljön och biodiversiteten?
- Vilka faktorer i etablering och underhåll av ett grönområde är bättre och sämre ur ett ekosystemperspektiv?

2. Metod

Studien är en bokförings-LCA med en modell skapad i SimaPro version 9 med ReCiPe 2016-metoden. Modellen inkluderar alla steg i produktionen av ett grönområde. Resultatet inkluderar alla påverkanskategorier för att göra en heltäckande bedömning av grönytans miljöpåverkan (figur 1). Kategorierna kopplas sedan till vad grönområdet kan ha för global påverkan på ekosystemet och den biologiska mångfalden.

Livscykelanalyser är standardiserade genom ISO 14040 och 14044, vilket denna studie följer. Det är en iterativ process som innefattar fyra olika faser; mål och omfattning, inventeringsanalys (LCI), konsekvensanalys (LCIA) och livscykeltolkning. (ISO 2006)

2.1 Mål och omfattning

Studiens omfattning avser livscykeln för ett urbant grönområde. I studien behandlas i huvudsak gröna växter och dess påverkan på miljön vid anläggning och underhåll av området. Målet med studien är att skapa ett underlag för urbana grönområden och avgöra vad som har låg och hög ekosystempåverkan.

2.1.1 Funktionell enhet

Den funktionella enheten (FE) är den riktlinje som beskriver syftet eller omfattningen med verksamheten eller produkten (Bywall 2021). I denna studie används FE; en urban grönyta, med storleken 4200 m² och en beräknad livslängd på 50 år. Liknande antaganden om livslängd har gjorts i ett flertal livscykelanalyser på gröna urbana miljöer och vanligast förekommande är 50 år (Wang et al. 2019; Nicese et al. 2021). Genom att använda en ytenhet kan resultatet från denna studie enkelt skalas upp eller ner, vilket möjliggör jämförelse med andra studier och projekt.

2.1.2 Systembeskrivning

Den här studien är baserad på ett område omkring SLU, Ultuna, som ägs av Akademiska hus (figur 2). Området har inventerats och blivit utpekats som en yta

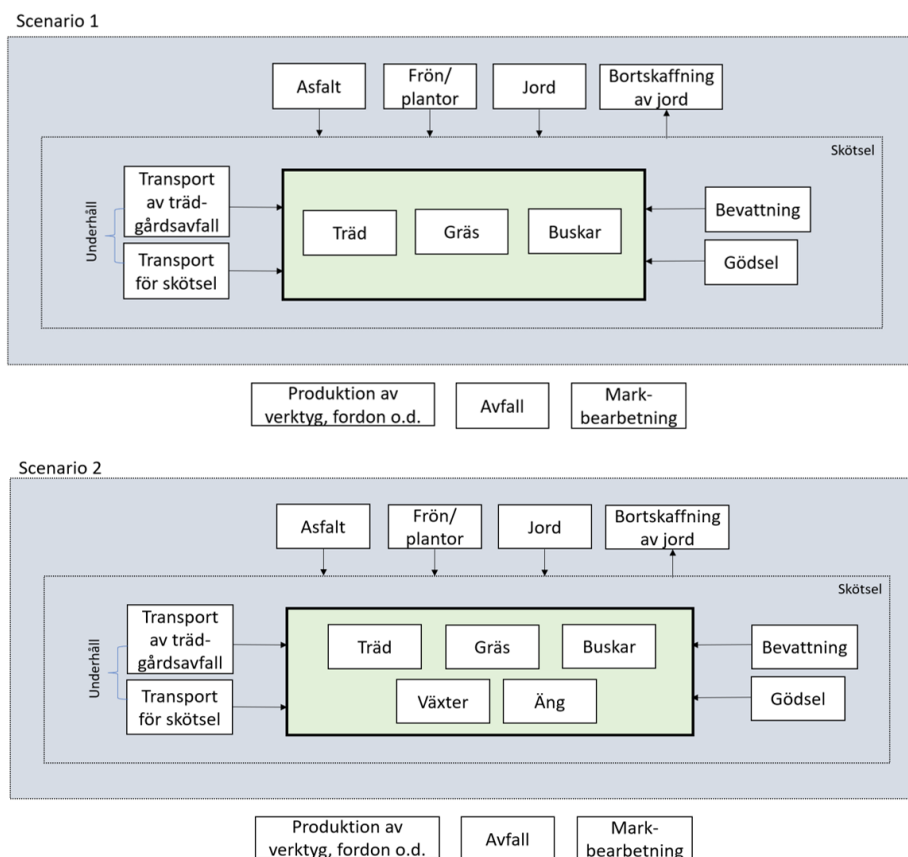
som kan göras om till äng. Den valda ytan är ca 4200 m². Ytan befinner sig bredvid en parkering och några större byggnader men utnyttjas inte som någon social yta.



Figur 2. Ortofoto över Ultuna campus och det grönområde som valts för studien. Området återfinns inom den röda cirkeln. Datakälla: Ortofoto Lantmäteriet ©. Bilden har zoomats in och den röda cirkeln är tillagd i efterhand.

Studien har byggt en LCA-modell av området och hur det ser ut idag. Här kallas det scenario 1. Figur 3 visar vad som räknats in i studien och vad som utelämnats. Området består av ungefär 3661 m² gräsmatta, 318 m² buskar, 24 tätt planterade träd och en asfalterad väg på 197 m² som går mellan de två gräsytorna.

Scenario 2 beskriver hur scenario 1 kan göras om och hur området kan se ut om ytan disponeras på ett annat sätt. I stället för en majoritet av gräsmatta har en mer varierad växtlighet satts in. Asfalten behåller ytan 197 m². Vegetationen består av gräsmatta, träd, buskar, växter och äng där samtliga delar blir tilldelad 803 m² var.



Figur 3. Scenario 1 och scenario 2. Förenklad bild av studiens flödesschema och systemgräns.

Trots att scenario 1 redan finns på området idag är alla delar i etablering och underhåll inräknade i systemet. Det är för att enkelt kunna jämföra ekosystempåverkan mellan hela systemen för scenario 1 och 2.

2.1.3 Systemavgränsning

Systemet är förenklat och alla ingående delar i grönområdet är inte inkluderade. Det som beskrivs utanför det streckade området (figur 3) är utom systemets gränser och tas inte till hänsyn i studien.

Geografisk avgränsning sker då anläggning av grönområdet anpassats till Ultuna, Uppsala. Studien antar ett livscykelperspektiv som startar vid uttaget av råmaterial som ingår i skapandet av den gröna ytan och slutar med ett 50 år gammalt grönområde.

Transporter som behövs i produktion, underhåll av grönområdet och bortförsl av trädgårdsavfall är inkluderade. Behandlingen av avfall och spill från produktionen av grönområdet är inte medräknade. I helhet utesluts tillverkning av fabriker, redskap, växthus och fordon. Markbearbetning innan utplantering av alla växter

utesluts. Oförutsägbara variabler från produktion och allmänhetens påverkan utifrån lämnas även utanför ramen för studien. CO₂-utsläpp från bearbetning av jorden under växtens livslängd och nedbrytning av organiskt material tas inte heller med i beräkningen.

2.2 Inventeringsanalys

Inventeringen av studien bestod av två delar; en fallstudie i form av en livscykelanalys och en litteraturstudie. Litteraturen låg dels som grund till förarbetet av LCA-studien. Där låg fokus på hur ett grönområde framställs och sköts. Sedan användes litteraturen som stöd vid tolkning och hur resultaten ställer sig mot andra studier.

För att samla in litteratur användes främst sökningar i databaserna Ecoinvent, Agri-Footprint, Google Scholar, ScienceDirect, Primo och sökmotorn Google. Fakta samlades från tidigare LCA-studier, vetenskapliga artiklar, rapporter, böcker och hemsidor.

Vid datainsamling för beräkningar av mängd och omfattning av underhåll användes främst information från svenska företag specialiserade på planterings- och trädgårdsskötsel. Dataseten är anpassade för europeiska processer och blir därmed inte helt representativ för det svenska grönområdet.

2.2.1 Antaganden och allokering

Beräkningarna på vegetationen var inte artspecifika utan riktade sig mot att skapa en generell bild av ett grönområde. På grund av begränsningar i tillgängliga data var de valda växterna jordbruksrelaterade men valdes så representativa som möjligt. Växthusen som träden och buskarna drivits upp i antogs vara ouppvärmade, eftersom de plantor som användes var anpassade för ett nordiskt klimat. Transporter som tillkom vid underhåll av platsen uppskattades ske en gång i veckan under skötselperioden.

Majoriteten av den data som användes var beräknad att ske inom Europa, både för produktionen och för transporter till och från fabriken. Fokus inom Europa var på Schweiz (CH) eftersom Ecoinvent är en schweizisk databas och har mest information från det landet. I andra hand användes data från Europa (RER), slutligen globala data (RoW). Den data som hämtades från Ecoinvent hade i första hand haft processen "transformation" där alla processer förutom transport inkluderas (SimaPro u.å.). Därefter lades transporten till manuellt för att anpassa det till generella transporter inom Europa. I dessa fall har data från liknande produkter använts och utgick därmed från antaganden som Ecoinvent har gjort.

Alla vegetationstyper har antagits ha samma typ av gödsel, fast med olika procentenheter av NPK för att passa ett medelvärde av de olika växternas behov. NPK-gödsel är ett näringsrikt mineralgödsel av framförallt kväve, fosfor och kalium. (Hasselfors garden 2020c)

Underhåll i studien innebar biltransporter till och från grönområdet, med en distans på 4,5 km enkelväg från Akademiska hus kontor i Uppsala. Den uppskattade vikten av redskap som alltid var med i bilen såsom sekator, kratta, spade och hink vägde 6,15 kg. Trädgårdsavfallet av all vegetation som fraktades bort varje gång uppskattades väga 5 kg per m². Undantaget var gräsklipppet, där hälften av allt gräs som klipptes återfördes på jorden i området. Det var för att undvika att ny jord skulle behöva tillsättas i planteringarna (Allt om Trädgård 2010). De buskar och växter som byttes ut under grönområdets livslängd var också beräknade att transporteras i samma biltransport. Fordonet för underhåll hade en storlek på 3,5 – 7,5 ton och var en bil med EURO6 standard (dataset 13).

Buskarna antogs bytas ut efter 25 år baserat på studien från Zhang et al. (2022) som visar att det är mest tillförlitligt att räkna på en livstid mellan 10 – 30 år. Växterna byttes ut efter 10 år (Alsätters trädgårdar 2019). Buskarna vägde 30 kg (Billbäcks 2022) baserat på deras höjd på 1,5 meter som hade angivits i Ecoinvent. Den vikten användes för att räkna på transporter. Nya växter, som inte varit frön, vägde cirka 100 gram och kunde planteras fyra per m² (dataset 22 och 23).

Den allokeringmetod som använts i Ecoinvent har varit Cut-off. Det innebär att återvinningsbara material och restprodukter som tillkommit under processen inte tillgodoräknas producenten (Ecoinvent u.å. a). Den data som hämtats från Agri-Footprint har haft processen "economic" vilket har baserat allokeringen på det ekonomiska värdet respektive produkt har uppskattats till (Agri-Footprint 2019).

2.2.3 Dataset

Datseten för jorden innehållande torv, sand och lera tillsammans med deras transporter var detsamma för alla växttyper. I torvens dataset inkluderades tillverkning och förpackning av kompakt och torr torv. Den data som användes för sand inkluderade stenbrytning och preparering, el, vatten och huvudtransporter som ingår i framställningen av en färdig produkt. Transporter till torv och sand lades till manuellt (RER). Leran är det enda datasetet vars transport mellan fabrik och generell konsument ingick. Utöver det inkluderades utgrävning av lera, bearbetning och användning av maskiner.

Gödslet bestod av tre separata dataset för kväve, fosfor och kalium. Det ingick brytning av mineral och transport från fabrik till regionala återförsäljare för

tillverkning av samtliga näringsämnen. Transporter för NPK lades till manuellt (RER). För mer information om NPK gödsel, se bilaga A. Datasetet för bevattning är detsamma för alla växter (bilaga A).

2.2.4 Asfalt

Området för vägen antogs förbli densamma i scenario 1 och 2. Vägen är asfalterad och är ca 197 m². Data för asfalt samlades från Lvel et al. (2020) men anpassades till vägens storlek (tabell 1). Med i beräkningarna finns restaurering, underhåll och anläggning av asfalten med, men inte avfall.

Tabell 1. Data för asfalten uttryckt per urbant grönområde under 50 år

Process	Material	Mängd	Källa	Dataset*
Asfalt	Bitumen	1,9E+04 kg	(Lvel et al. 2020)	1
	Sand	4,6E+04 kg	(Lvel et al. 2020)	2
	Grus	1,4E+04 kg	(Lvel et al. 2020)	3
	El	7,1E+03 MJ	(Lvel et al. 2020)	4
	Lastbil	2,0E+06 kgkm	((Lvel et al. 2020)	4

*Dataset som används för att modellera processen, se appendix A.

2.2.5 Träd

Uppodling av trädplantorna antogs ske i ett icke uppvärmt växthus och sedan utkörda till platsen för att planteras på respektive område efter 3 år (bilaga A, dataset 14). I scenario 1 gjordes en inventering av dagens grönområde på plats där 24 träd uppmättes. Beräkningarna gjordes på 24 träd med alla tillhörande material och processer. I scenario 2 beräknades det rymmas 40 träd på 803 m² (Pettersson 2015) med ett avstånd på cirka 4,5 m mellan stammarna (Skogskunskap 2020).

Jordmixen som användes för träd bestod av 35% torv, 30% lera och 35% sand (Hasselfors Garden 2018). Träden planterades i en växtbädd med 0,2 m³ ny jord (Uppsala Kommun 2010). Enlig Uppsalas kommun behövdes lite mindre jord än vad denna studie antagit. En avrundning gjordes för att anpassa till avståndet mellan träden.

Bevattningsmängden för träd är 70 liter per vecka och beräknades genomföras mellan den 15:e april och fram till september (Uppsala Kommun 2010). Bevattningen skedde under trädens tre första år innan de etablerat sig på platsen (Gustavsson 2016).

Det gödsel som användes var NPK 11-5-18 (Hasselfors Garden 2020a). Det doserades en gång per år under etableringstiden och varje dos bestod av 4 dl mineralgödsel per träd (Hasselfors Garden 2020a). För värdemängder och dataset till träden, se tabell 2.

Tabell 2. Data för träd uttryckt per urbant grönområde under 50 år

Process	Material	Mängd (Scenario 1)	Mängd (Scenario 2)	Källa	Dataset*
Jord	Torv	10 m ³	16 m ³	(Uppsala Kommun 2010)	6
	Lera	2,4E+03 kg	4,1E+03 kg	(Hasselfors Garden 2018)	8
	Sand	3,4E+04 kg	5,7E+03 kg	(Hasselfors Garden 2018)	9
	Tåg	4,6E+04 kgkm	7,6E+04 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	2,9E+04 kgkm	4,9E+04 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
	Lastbil	1,2E+05 kgkm	2,0E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
Underhåll	Bortskaffning	6,0E+03 kgkm	1,0E+04 kg	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Lastbil	2,2E+03 kgkm	2,5E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	13
Plantor	Frön	24 st	40 st	(Pettersson 2015)	14
	Lastbil	310 kgkm	510 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Tåg	32 kgkm	53 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
Gödsel	Kväve	11 kgkm	17 kg	(Hasselfors Garden 2020a)	15
	Fosfor	5 kgkm	8,2 kg	(Hasselfors Garden 2020a)	16
	Kalium	17 kgkm	29 kg	(Hasselfors Garden 2020a)	17
	Lastbil	5,6E+03 kgkm	9,3E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Tåg	1,4E+03 kgkm	2,4E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	720 kgkm	1,2E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
Bevattning	Bevattning	8,6E+04 L	4,8E+04 L	(Uppsala Kommun 2010)	18

*Dataset som används för att modellera processen, se appendix A.

2.2.6 Buskar

För buskars uppodling användes data för ett mindre fruktträd. Enligt datasetet hade trädet en höjd på 1,5 m och antogs representera en buske. Plantan förkultiverades under 824 dagar i ett icke-uppvärmt växthus (dataset 19). För antalet buskar som planterades, se tabell 3.

Jordmixen som användes för buskar bestod av 35% torv, 30% lera och 35% sand (Hasselfors garden 2018). Jorddjup var 0,1 m då de planterades i en växtbädd (Uppsala Kommun 2021).

Bevattning skedde under de två första åren under månaderna juni, juli och augusti (Elmberg 2021). Bevattningen bestod av ungefär 30 liter i veckan per buske (Linds 2021). Det gödsel som användes var NPK 11-5-18 (Hasselfors Garden 2020a) och doserades 2 gånger om året med 2 dl per m² (Linds 2021).

Tabell 3. Data för buskar uttryckt per urbant grönområde under 50 år

Process	Material	Mängd (Scenario 1)	Mängd (scenario 2)	Källa	Dataset*
Jord	Torv	1.4 m ³	3,6 m ³	(Hasselfors garden 2018).	6
	Lera	1,7E+04 kg	4,2E+04 kg	(Hasselfors garden 2018).	8
	Sand	2,3E+04 kg	5,9E+04 kg	(Hasselfors garden 2018).	9
	Tåg	3,1E+05 kgkm	8,8E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	2,0E+05 kgkm	5,6 E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
	Lastbil	8, 2E+05 kgkm	2,3 E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Bortskaffning	4,1E+06 kgkm	1,0E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
Underhåll	Lastbil	7,66E+05 kgkm	2,7 E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	13
	Plantor	318 st	357 st	(Bilbäck's 2022)	19
Gödsel	Tåg	840 kgkm	940 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Lastbil	8,1E+03 kgkm	9,1E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Kväve	230 kg	300 kg	(Hasselfors garden 2018)	15

	Fosfor	110 kg	270 kg	(Hasselfors garden 2018)	16
	Kalium	380 kg	960 kg	(Hasselfors garden 2018)	17
	Lastbil	2,2E+05 kgkm	2,6E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Tåg	3,2E+04 kgkm	6,7E+04 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	1,6E+04 kgkm	3,4E+04 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
Bevattning	Bevattning	6,20E+06 L	1,5E+07 L	(Linds 2021)	18

* Dataset som används för att modellera processen, se appendix A.

2.2.7 Gräs

Jordmixen som användes bestod av 30% torv, 30% barkmull och 40% sand (Hasselfors garden 2018). Jorddjupet för gräs var 30 cm (Gräscenter u.å.).

De gräsfrön som användes var producerade i Schweiz. Produktionen av frön inkluderade ett växthus där el, vatten, jord och förpackning för transport ingick. Det användes 1,5 kg frön per 100 m² (Plantagen 2022).

Det gödsel som användes var NPK 14-3-14 (Gör det själv 2016). Gräsmattan gödslades 3,5 gånger per år med 0,1 kg per m² (Husqvarna u.å.).

Bevattningen antogs ske 2,5 gånger per vecka och mängden var 25 liter per m², under månaderna juni, juli och augusti (Hornbach 2022). För gräsklippning användes en generell gräsklippare med klippbredd 1,9 m med bensinmotor och 8 kW (bilaga A). För dataset och mer information, se tabell 4.

Tabell 4. Data för gräs uttryckt per urbant grönområde under 50 år

Process	Material	Mängd (Scenario 1)	Mängd (Scenario 2)	Källa	Dataset*
Jord	Torv	41 m ³	9,0 m ³	(Hasselfors garden 2018).	6
	Lera	5,6E+05 kg	1,2E+05 kg	(Hasselfors garden 2018).	8
	Sand	9,0E+05 kg	2,0E+05 kg	(Hasselfors garden 2018).	9
	Tåg	1,2E+07 kgkm	2,8E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	7,6E+06 kgkm	1,7E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
	Lastbil	3,1E+07 kgkm	6,9E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12

	Bortskaffning	1,5E+06 kgkm	3,5E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
Underhåll	Lastbil	5,3E+07 kgkm	1,8E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	13
Frön	Gräsfrön	73 kg	12 kg	(Plantagen 2022)	20
Gödsel	Kväve	4,8E+03 kg	1,1E+03 kg	(Gör det själv 2016)	15
	Fosfor	990 kg	220 kg	(Gör det själv 2016)	16
	Kalium	5,2E+03 kg	1,1E+03 kg	(Gör det själv 2016)	17
	Lastbil	1,9E+06 kgkm	1,8E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Tåg	4,8E+05 kgkm	9,5E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	2,4E+05 kgkm	2,5E+04 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
Bevattning	Bevattning	5,5E+07 L	1,3E+07 L	(Hornbach 2022).	18
Klippning	Gräsklippare	6,6E+06 m2	1,4E+06 m2	(Ecoinvent u.å. b)	21

*Dataset som används för att modellera processen, se appendix A.

2.2.8 Äng

Jordmixen bestod av 30% torv och 70% sand (Hasselfors garden 2018). Jorddjupet antogs vara 0,2 m vid anläggning, mestadels för att gräva bort annat gräs och rotrester (VegTech 2021). Ängsväxter trivs under näringsfattiga förhållanden och gödslades därmed inte. Det underhåll som inkluderades var att ängen slogs en gång per höst och att växtresterna plockades bort från platsen (Hasselfors garden 2020b).

Ängens fröblandning bestod av 80% gräsfrön (VegTech 2021), 10% potatis och 10% jordgubbar. Dataseten för dessa växter var generella och representerade flera olika typer av växter. Datasetet för potatis var generellt och innehöll de resurser som krävs för att odla och transportera frön av olika grönsaker. Transporter av fröna lades till separat (RER). Jordgubbsplantorna innefattade produktion av mindre växter, buskar, frukt, bär och nötter. Huvudprocesser som inkluderades tills att plantan var klar inför försäljning var jord, icke uppvärmt växthus, el och energi på plats, gödsel, skördning, förpackning, transporter och bevattning. För mer information om dataset, se tabell 5 och bilaga A.

Tabell 5. Data för äng uttryckt per urbant grönområde under 50 år

Process	Material	Mängd	Källa	Dataset*
Jord	Torv	9,0 m ³	(Hasselfors garden 2018)	6
	Sand	3,4E+05 kg	(Hasselfors garden 2018)	9

	Tåg	4,5E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	2,9E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
	Lastbil	1,2E+07 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Bortskaffning	3,5E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
Underhåll	Lastbil	100 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	13
Frön	Gräs	9,6 kg	(VegTech 2021)	20
	Jordgubbe	480 kg	(Ecoinvent u.å. b)	22
	Potatis	20 kg	(Ecoinvent u.å. b)	23
	Lastbil	2,0E+04kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Tåg	4,5E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10

* Dataset som används för att modellera processen, se appendix A.

2.2.9 Växter

Växterna som användes var raps och potatis. Enligt dataseten representerades lökar, snittblommor och annan låg växtlighet (dataset 24 och 23). För mer information, se bilaga A.

Jordmixen som användes bestod av 85% torv, 5% bark och 10% sand. Egentligen skulle 10% barkmull användas (Hasselfors Garden 2020a), men det fanns inte i de tillgängliga databaserna. Barkmull är en blandning av torv och bark, därför lades de två dataseten ihop manuellt. Jorddjupet för växterna var 0,3 m (Bengtsson 2021). Bevattningen antogs ske under månaderna juni, juli och augusti med ungefär 30 millimeter per m² (Bengtsson 2021).

Gödslet som användes var NPK 11-5-18 (Hasselfors Garden 2018). Gödslingen antogs ske under tre år efter plantering. Perenners livslängd varierar mellan 3–10 år beroende på förhållanden och sort (Bengtsson 1997). I denna studie har livslängden räknats på 10 år då det antagits vara inhemska växter som är anpassade till förhållandena på området. För mer information, se tabell 6.

Tabell 6. Data för växter uttryckt per urbant grönområde under 50 år

Process	Material	Mängd	Källa	Dataset*
Jord	Torv	25,6 m ³	(Hasselfors Garden 2018)	6
	Bark	4,6E+03 kg	(Hasselfors Garden 2018)	7
	Sand	1,5E+05 kg	(Hasselfors Garden 2018)	9
	Tåg	1,2E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	1,4E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
	Lastbil	5,7E+06 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Bortskaffning	1,7E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
Underhåll	Lastbil	1,8E+05 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	13
Frön	Raps	6 kg	(Ecoinvent u.å. b)	24
	Potatis	100 kg	(Ecoinvent u.å. b)	23
	Tåg	6,8E+03 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10

Gödsel	Lastbil	1,0E+0 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
	Kväve	1,6E-01 kg	(Hasselfors Garden 2020a).	15
	Fosfor	5,6E-01 kg	(Hasselfors Garden 2020a).	16
	Kalium	1,0 kg	(Hasselfors Garden 2020a).	17
	Lastbil	300 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	12
Bevattning	Tåg	77 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	10
	Båt	38 kgkm	(Ecoinvent u.å. b)	11
	Bevattning	1,6E+04 L	(Bengtsson 2021)	18

* Dataset som används för att modellera processen, se appendix A.

2.3 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen testar vilka steg i produkten eller processen som bidrar mest till påverkanskategorierna. Det ger en indikation på vad som kan vara känsligt i systemet och där olika val kan ge stor påverkan på resultatet. Här kan datasäkerhet, misstag, felaktig data, dataluckor, icke representativ data och modellosäkerhet för systemet testas (Curran 2012). De känslighetsanalyser som genomfördes var på torven i jordmixen, vad som händer om de befintliga träden sparas på platsen och vad som händer om koldioxidupptaget från växtligheten tas till hänsyn.

Torv är en användbar produkt som används både inom jordbruk, odling och energiutvinning (SGU 2021). Enligt IPCC:s klimatpanel klassificeras torven som ett fossilt bränsle (Europaparlamentet 2006). Trots detta används torv som en huvudkomponent i planteringsjordar (Froster 2021). Att sluta dika torv skulle kunna motverka de globala utsläppen av koldioxid och samtidigt bidra med livsmiljöer för växter, insekter och däggdjur (Evans & Peacock 2021). Alternativ till torven är kokos- eller träfiber som ska vara ett mer hållbart alternativ. Kokosfibrer kräver mycket vatten och träfibrer är beroende av restprodukten från bland annat pappersindustrin (Froster 2021). I denna studies känslighetsanalys byttes samma mängd torv ut till barkflis. Datasetet för bark är en process för bark- och träflis som biprodukt. Inkluderande delar är behandling av redan använt trä, sortering och strimling. Att få fram träflis är en process som kräver mycket vatten, el och tunga maskiner.

Enligt statistik från Boverket (2019a) är den största insatsen som går att göra för ekosystemtjänster i byggbranschen att bevara gamla träd, mellan 50–100 år gamla, i stället för att plantera nya. Gamla och inhemska träd ger flera livsviktiga funktioner och ekosystemtjänster för många arter (Boverket 2019a). Eftersom det tar tid för träd att etablera sig är det svårt att ersätta ett gammalt träd med ett nyplanterat och förvänt sig samma nyttor (Boverket 2019a). Enligt Zhang et al. (2022) är träd den

vegetationstyp som har högst kolinlagring under en tidsperiod på 50 år, till skillnad från buskar som hade en avstannande kolinlagring och där gräs förblev en kolkälla som släppte ut mer CO₂ än den lagrade in. Det kan dock ta flera år innan träd kan ta upp så mycket så de blir klimatneutrala (Zhang et al. 2022). Därför kan det vara bra att spara träd som redan finns. Att flytta träd kan vara bra om det inte redan finns träd på platsen, men det kräver resurser och är inte lika säkert att det genererar samma nytta på andra platser (Boverket 2019a). I känslighetsanalysen undersöks vad effekten blir om de befintliga träden på platsen sparas. Det testades genom att behålla underhållet på grönområdet och subtrahera det som ingick i uppdrivning och utplantering av träden.

Studien undersöker hur ekosystempåverkan från GWP förändras om växternas CO₂-upptag tas med. Träd kan ta upp mer CO₂ från atmosfären än vad de släpper ut på en livstid (Zhang et al. 2022). I vissa fall bildas negativa värden. För att se den verkliga påverkan från grönområdet och urskilja den från nyttan som blir av CO₂-upptag är denna aspekt med i känslighetsanalysen och inte inkluderad i hela studien. I denna studie beräknades träd ta upp 72 kg CO₂ per träd och år (Kendall & McPherson 2012). Buskar beräknades ta upp 33 kg CO₂ (Nicese et al. 2021) och gräs 0,04 kg CO₂ (Wise 2020). Äng och växter ca 0,66 kg CO₂ per m² och år (Fu et al. 2019).

3. Resultat

Det här avsnittet innehåller resultat för dagens grönområde (scenario 1), den alternativa lösningen (scenario 2) och dess miljöpåverkan samt ekosystempåverkan. Slutligen är resultaten för samtliga känslighetsanalyser presenterade. Se bilaga C för en visuell bild av hela systemet, byggt i SimaPro.

3.1 Miljöpåverkan av en urban grönyta

Scenario 2 är mindre i alla påverkanskategorier för utsläpp (tabell 7). De största påverkanskategorierna här är global uppvärmning, ekotoxicitet i terrestriska ekosystem, utarmning av fossila resurser, mänsklig toxicitet (icke cancerogen) och vattenkonsumtion.

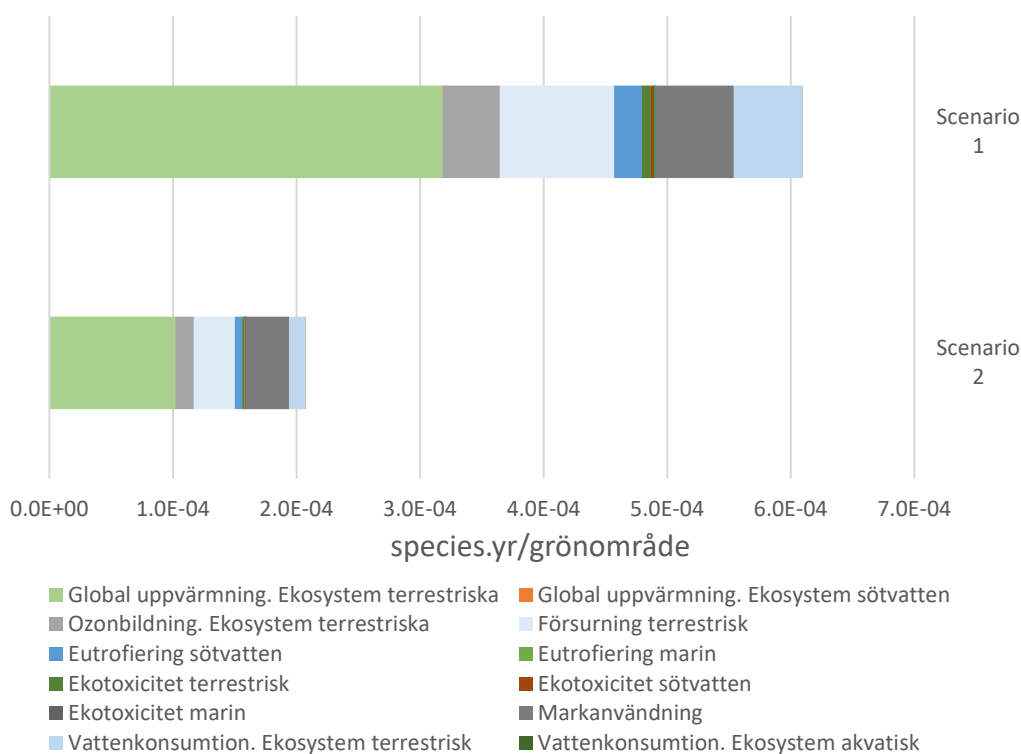
Tabell 7. Utsläpp från scenario 1 och scenario 2 uppdelat i samtliga påverkanskategorier utan koldioxidupptag. Belysta delar i tabellen är de kategorierna som har högst utsläpp.

Påverkanskategorier	Enhet	Scenario 1	Scenario 2
Joniserad strålning	kBq Co-60 e	1.8E+04	5.6E+03
Ekotoxicitet terrestrisk	kg 1,4-DCB	6.5E+05	1.5E+05
Ekotoxicitet sötvatten	kg 1,4-DCB	3.7E+03	9.9E+02
Ekotoxicitet marin	kg 1,4-DCB	5.4E+03	1.4E+03
Mänsklig toxicitet (cancerogen)	kg 1,4-DCB	5.8E+03	1.5E+03
Mänsklig toxicitet (icke cancerogen)	kg 1,4-DCB	1.5E+05	3.6E+04
Ozonnedbrytning stratosfärisk	kg CFC-11 e	4.2E-01	1.1E-01
Global uppvärmning	kg CO ₂ e	1.1E+05	3.6E+04
Mineraltillgångar	kg Cu e	8.6E+03	2.1E+03
Marin eutrofiering	kg N e	2.6E+00	9.3E-01
Ozonbildning. Mänsklig hälsa	kg NO _x e	3.4E+02	1.1E+02
Ozonbildning. Terrestriska ekosystem	kg NO _x e	3.6E+02	1.2E+02
Utarmning av fossila resurser	kg olje-e	5.3E+04	3.0E+04
Eutrofiering sötvatten	kg P e	3.3E+01	9.2E+00
Formation av fina partiklar	kg PM _{2,5} e	1.7E+02	5.8E+01
Försurning terrestrisk	kg SO ₂ e	4.4E+02	1.6E+02
Markanvändning	m ² a skörd e	7.2E+03	4.0E+03
Vattenkonsumtion	m ³	6.2E+04	1.4E+04

3.2 Ekosystempåverkan

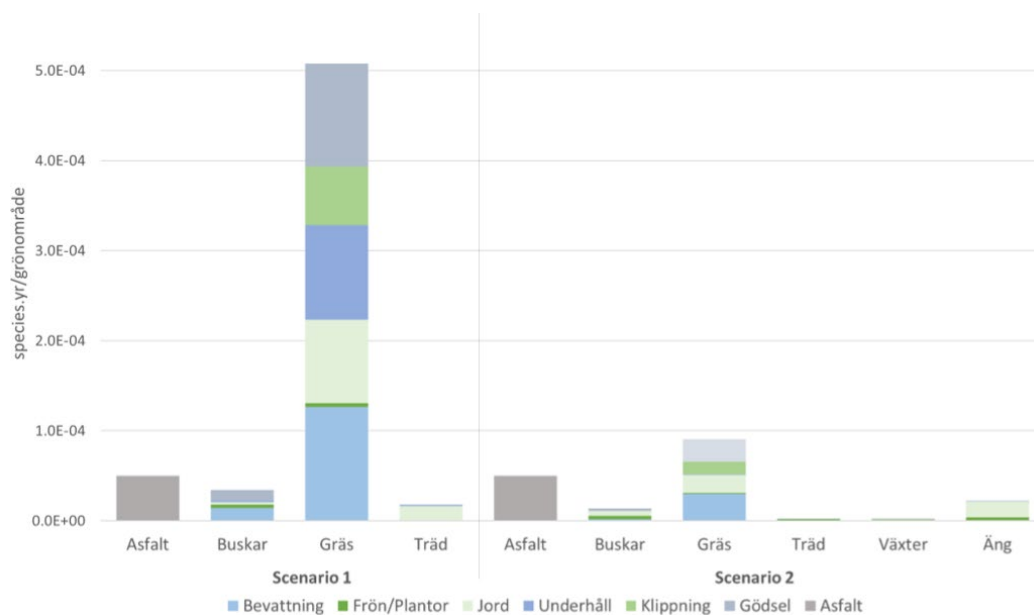
De fyra påverkanskategorierna som visade sig ha störst påverkan på ekosystemet var global uppvärmning, försurning i terrestriska ekosystem, markanvändning och vattenkonsumtion i terrestriska ekosystem (figur 4).

Jämfört med dagens grönyta skulle ett grönområde i enlighet med scenario 2 kunna minska den totala påverkan på ekosystemet med 66%, $4,0E-04$ species.yr/grönområde.



Figur 4. Ekosystempåverkan för scenario 1 och 2, uppdelat i vilken skadepåverkanskategori de bidrar mest till.

För scenario 1 var jord den tredje största utsläppskällan. Den enskilt största utsläppskällan för scenario 2 var jorden (figur 5). Gemensamt för både scenario 1 och scenario 2 vara att gräs stod för den största påverkan för majoriteten av de olika kategorierna, såsom bevattning, gödsel och jord.



Figur 5. Scenario 1 och 2. Andelen påverkan från framställning, etablering och underhåll, uppdelat i de ingående kategorierna.

3.2.1 Global uppvärmningspotential, försurning, markanvändning och vattenkonsumtion

Global uppvärmning är den kategori i systemet som leder till störst ekosystempåverkan. Gräs är den del som har störst bidrag till global uppvärmning i både scenario 1 och 2 (figur 5). Underhåll och gödsel är den största bidragande faktorn i scenario 1. I scenario 2 är det i stället gödsel och jord. Genom att göra förändringarna utefter scenario 2 går skadepåverkan att minska med totalt $2.2E-04$ species.yr.

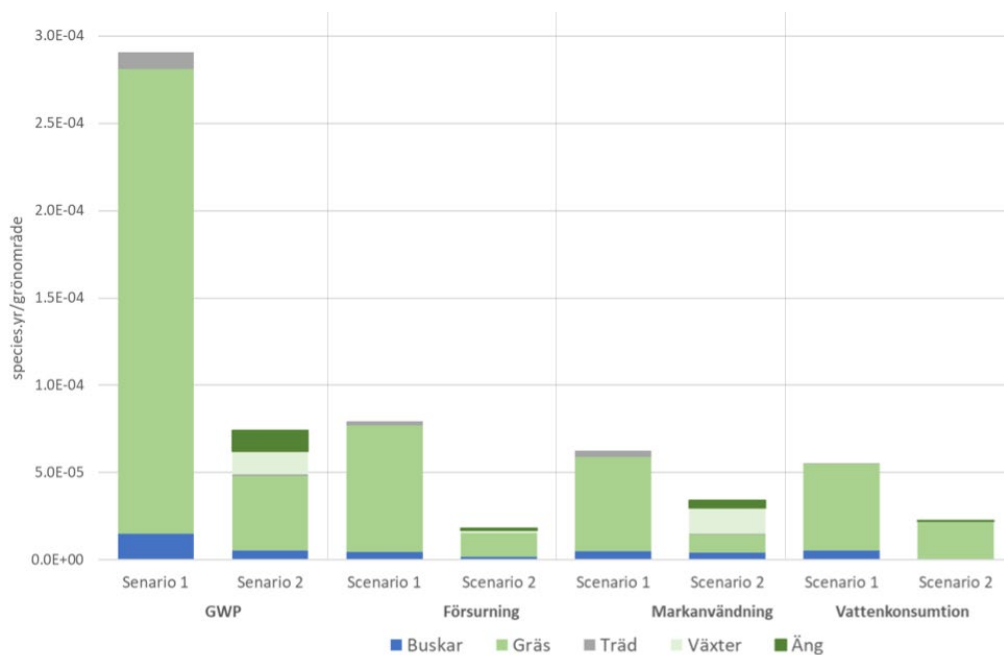
Den näst största kategorin som bidrar till systemets ekosystempåverkan är försurning i terrestra miljöer, se figur 4. Gräs bidrar till störst utsläpp för den här kategorin i både scenario 1 och 2 (figur 6). Gödsel och bevattning är de två största utsläppskällorna i scenario 1 men gödsel och underhåll i scenario 2.

Utsläppen går att minska med totalt $5.9E-05$ species.yr/grönområde om annan vegetation väljs enligt scenario 2.

Tredje största kategorin som leder till ekosystempåverkan är markanvändning (figur 4). Gräs är det som har störst påverkan i scenario 1 (figur 6), där jord och bevattning är de faktorer som bidrar mest till detta (figur 5). I Scenario 2 är det växter som har det största bidraget till markanvändning (figur 6) med jord och frön som de två största källorna (tabell 5).

Den totala påverkan på markanvändning går att minska med totalt $4.3E-05$ species.yr/grönområde om förändringar görs enligt scenario 2.

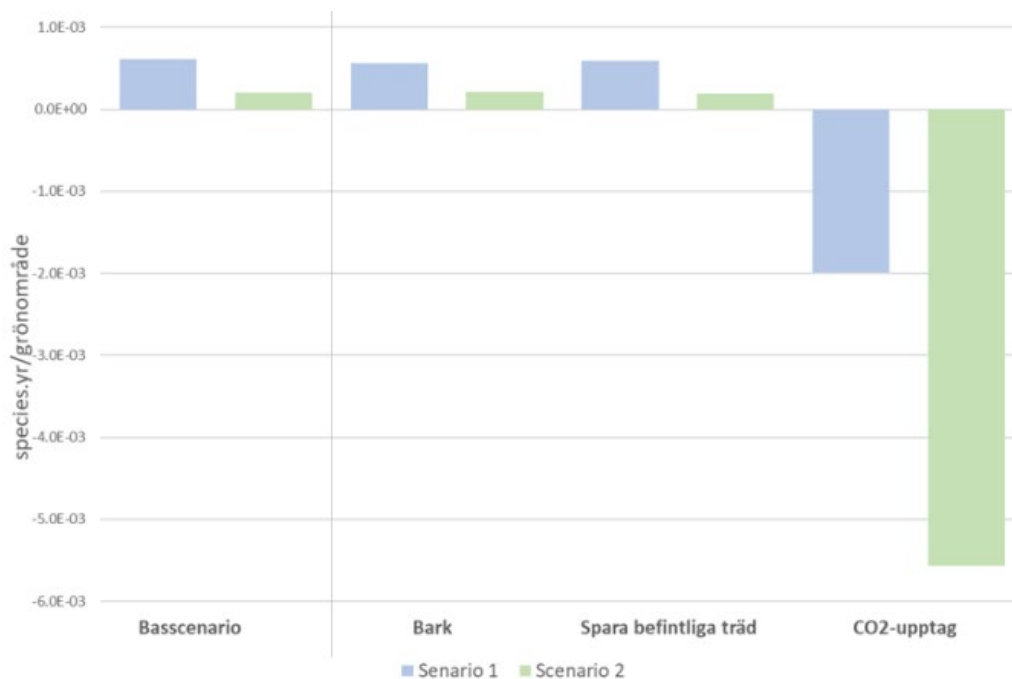
Den fjärde största kategorin som leder till ekosystempåverkan är vattenkonsumtion (figur 4). Gräs har den största påverkan i scenario 1, där bevattning och gödsel bidrar mest. I scenario 2 är det växterna som har stört vattenkonsumtion och beror på jorden och bevattning. Genom att göra ändringarna utifrån scenario 2 går det att minska vattenkonsumtionen med totalt $3.8E-05$ species.yr/grönområde.



Figur 6. Påverkan på alla fyra påverkanskategorier och vad som påverkar mest i species.yr/grönområde.

3.3 Känslighetsanalys

Här presenteras resultaten av de tre känslighetsanalyser som gjort. Det som testats är vad som händer när torv i jorden byts ut, när de 24 befintliga träden sparas på området och hur den slutliga påverkan blir om CO₂-upptag från vegetationen tas till hänsyn (figur 7).



Figur 7. Sammanställning av den totala ekosystempåverkan från basscenario 1 och 2 och vad som händer om olika parametrar ändras eller läggs till.

I scenario 2 var jord, efter asfalten, den största faktorn som hade en negativ påverkan på ekosystemet. Torv har en andel mellan 30% – 85% av jordmixen för samtliga vegetationstyper. Genom att byta ut torv mot bark minskade miljöpåverkan med hänsyn till ekosystemet med 7% i scenario 1. Scenario 2 fick en ökning på 1%.

Då träd kan leva länge och det tar tid att utveckla de ekosystemtjänster de bidrar med på platsen, undersöktes nyttan av att spara träd som redan finns idag från scenario 1. Genom att spara de 24 befintliga träden gav det en skademinskning på 3% i scenario 1. För att anpassa känslighetsanalysen till scenario 2, som innehåller 40 träd, adderades 16 nyplanterade träd utöver de 24 sparade. Resultatet visade en reducering på 8% av den negativa påverkan.

Under en period på 50 år var 40 träd i scenario 2 den största källan till CO₂-upptag på 1,2E+05 kg CO₂, jämfört med gräset på 1,6E+03 kg CO₂. Gräset är därmed den minsta källan till CO₂-upptag, bortsett från asfalten som räknades som 0. Detsamma gäller i scenario 1 där 24 träd beräknas ta upp 7,5E+04 kg CO₂ och gräset 7,4E+03 kg CO₂. För att omvandla CO₂-upptaget till enheten species.yr användes karaktäriseringsfaktorn 2,5E-08 (Li et al. 2019).

4. Diskussion

I det här avsnittet tas studiens resultat upp och analyseras baserat på grönområdet och de ingående värdena som bidrar till skada på ekosystemet kopplat till biodiversiteten. Resultaten mellan scenarier jämförs utifrån miljöpåverkanskategorier och vad som har hög eller låg påverkan på systemet. Samtidigt valideras resultaten med andra liknande undersökningar. Därefter diskuteras känslighetsanalysernas resultat och slutsatser dras kring vad systemet är känsligt för och vad som kan förbättras. Slutligen diskuteras felkällor, framtida förhoppningar och slutsatser.

4.1 Miljöpåverkan och ekosystemnytta med gröna ytor

De viktigaste resultaten från denna studie är att ett grönområde kan bli bättre för den biologiska mångfalden genom att disponera en grönyta på ett annat sätt än med mestadels gräsmatta. Valet av vegetation spelar stor roll för den totala skadepåverkan, både baserat på vad som krävs vid etableringen och vilken typ av underhåll som ytan behöver. Trots att LCA inte inkluderar alla drivande faktorer till förlust av biologisk mångfald (Cordella et al. 2022) kan resultaten från en LCA användas som underlag vid etablering och underhåll av ett grönområde för att minimera skadan på biodiversiteten.

Genom att kolla på mittpunkter är det tydligt att scenario 1 har större utsläpp än scenario 2 inom majoriteten av kategorierna. Terrestrisk ekotoxicitet, mänsklig toxicitet och GWP är de tre kategorier som har högre värden än övriga (tabell 7). Trots att de har höga utsläpp säger de egentligen inte så mycket om konsekvensen för ekosystemet.

Globala uppvärmningspotentialen gav också den största miljöpåverkan med hänseende på ekosystemet (species.yr) i slutpunkter. Andra extra intressanta påverkanskategorier på ekosystemet från scenario 1 och 2 var terrestrisk försurning, markanvändning och vattenkonsumtion i terrestriska ekosystem (figur 4). Som tidigare nämnt är denna metod ett mer konkret sätt att visa den faktiska påverkan som utsläppen bidragit till (Huijbregts et al. 2017). Andra studier, som Winter et al (2017), har också kommit fram till liknande resultat där GWP, markanvändning och

vattenkonsumtion identifierats som några av de slutpunkterna med största påverkan till förlust av biodiversitet.

I scenario 2, där alla vegetationstyper hade lika stora delar, hade gräset högst påverkan i tre av fyra kategorier (figur 6). Den främsta anledningen till att gräset har sådan stor påverkan är förmodligen för att gräs kräver mycket kontinuerligt underhåll. Resultaten antyder att bevattning och gödsel är de främsta anledningarna till ekosystempåverkan (figur 5). Som tidigare diskuterat av Nyström (2019) har en klippt och skött gräsmatta en negativ påverkan på omgivande biodiversitet, där störningen av klippning och underhåll gör det svårt för många arter att trivas och leva på platsen. Resultaten tyder alltså på att en gräsmatta är ett sämre alternativ för den biologiska mångfalden på grund av både den negativa påverkan från etablering och underhåll, men även för att det är få arter som kan nyttja och leva där. Bortsett från de kulturella och sociala värdena som en gräsmatta kan bidra till skulle förmodligen många gräsmattor kunna bytas ut till andra vegetationstyper. Bara genom att minska på, eller att sluta helt, med underhåll av en befintlig gräsmatta kan det alltså leda till positiva effekter för biodiversiteten (Nyström 2019). Det minskar resursanvändningen och skadepåverkan globalt samtidigt som ytan bidrar till habitat fler arter kan nyttja lokalt.

Att ängen är ett bra alternativ till grönytor för den biologiska mångfalden finns det många studier som tyder på (Nyström 2019; Chollet et al. 2018; Lindemann-Matthies & Bose 2007). Något intressant i studiens resultat var att ängen, trots den minimala skötsel som den kräver, visade större påverkan än flera andra vegetationstyper. Det kan kopplas till vilken jord som valdes för området (figur 5). En jordmix innehållande 70% sand valdes för att skapa goda förutsättningar för ängen att trivas. Det visade sig vara ett val som gav ängen hög påverkan, bland annat för den tunga transporten av sand. Därför är det troligt att antagandet om jorden var fel eller överdriven. En annan förklaring är att systemet är förenklat och därmed kan bli missvisande.

För vidare studier skulle det vara intressant att undersöka möjligheterna till bättre val av material för etablering av en ny äng, exempelvis jorden. Alternativt är tillsättning av ny jord en åtgärd som är onödig, och att det hade räckt med att låta marken stå obrukad eller att den hade planterats med en gröda som kan arma ur näringsämnen året innan.

Urvalet av frön som användes för ängen var som tidigare nämnt begränsat. De frön som valdes var inte klassiska ängsväxter utan svenska grödor. Hur stor påverkan det hade på slutresultatet är osäkert, men förmodligen ganska lite med tanke på att fröna allmänt stod för en liten påverkan. Livscykelanalysen fångar inte heller in de positiva effekterna som en blomsteräng kan ha på biodiversiteten i området, inte heller alla de ekosystemtjänster och nyttor en blomsteräng kan bidra med. Den

fördel som syns med ängen är att den inte kräver lika mycket skötsel, gödsel och därmed även transporter som gräsmattan eller de övriga växterna.

Miljöpåverkanskategorin markanvändning var den enda kategorin där gräset inte hade den största påverkan, skillnaden var dock väldigt liten. Här var det i stället växterna, och mer specifikt den höga andelen torv i jorden, som verkade vara den bidragande faktorn (figur 6). Då jorden även hade en stor påverkan från fler vegetationstyper tyder det på att det kan ge stora utslag på resultatet. Hade mer tid funnits hade det varit intressant att testa andra alternativ av planteringsjord.

Buskarnas påverkan är mestadels från leran i processen jord och kaliumet i gödslet (tabell 5). Buskar kan utgöra en värdefull plats för den lokala biodiversiteten men verkar inte vara den vegetationstyp som bör få störst plats på ett grönområde. Den vegetationstyp som hade minst utsläpp och minst påverkan på ekosystemet verkade vara träd och växter. Träd har inte störst påverkan i någon kategori (figur 6). Med stöd från litteraturen bidrar även träd med viktiga habitat för många andra arter och ger goda underlag till att träd är ett bra alternativ att plantera i urbana grönområden.

Bevattning och gödsel verkar vara två faktorer i skötsel av ett grönområde som kan skapa negativa effekter på ekosystemet. En studie från Zhang et al. 2022 visar att bevattning och pesticider är de två stora faktorerna i underhållet av ett grönområde som bidrar mest till CO₂-utsläpp. Det är något som stärker resultatet kring bevattning i denna studie. På grund av att pesticider inte inkluderas i denna studie är det svårt att göra vidare jämförelser. Zhang et al. (2022) kollar dessutom bara på klimatpåverkan (mittpunkt) medan denna studie kopplar till miljöpåverkan (slutpunkt). Frön har oftast väldigt liten skadepåverkan i jämförelse med de andra ingående delarna. Detta tyder på att miljöpåverkan av ett grönområde kan minskas genom att välja växtlighet som är anpassade till det lokala klimatet och som kräver lite vatten och gödsel. Resultaten tyder också på att det kan vara bättre att välja frön som behöver lite skötsel. Trots att de behöver sås nya frön med jämnare mellanrum kan det vara ett bättre alternativ än att välja växter som lever länge och kräver mycket vatten och gödsel.

Egentligen har resultaten för små värdesiffror för att kunna dra detaljerade slutsatser. Utifrån livscykelanalysens resultat verkar träd och växter vara det bästa alternativet i ett grönområde, som har minst miljöpåverkan med hänseende på ekosystemet. Resultaten antyder också att gräs är det alternativ som har högst påverkan. Övriga växttyper har så små värdeskillnader vilket gör det svårt att dra vidare slutsatser. I helheten visade resultatet dock att samma yta med en majoritet av gräsmatta är sämre för ekosystemet än en yta med flera olika växttyper.

Att en LCA inte inkluderar alla drivande faktorerna som påverkar den biologiska mångfalden (Cordella et al. 2022; Crenna et al. 2020; Asselin et al. 2020) kan även ha påverkat resultatet i denna studie. LCA-resultat idag inkluderar exempelvis varken invasiva arter eller direkt exploatering som effekt på biodiversiteten. Det visas tydligt i figur 1 som beskriver ReCiPe-metoden. Ekosystemtjänster finns inte alls med i LCA idag, men många har försökt att se effekterna eller koppla samman ekosystempåverkan och biologisk mångfald med den nytta som också kan ske från andra processer (Winter et al. 2017; Asselin et al. 2019; Erlandsson 2003). Winter et al. (2017) har kommit fram till att en LCA går miste om flera stressfaktorer som skulle kunna ge ett mer heltäckande resultat om påverkan på biodiversiteten. För denna studie skulle det betyda att man kopplar samman andra tidigare kunskaper om ekosystemtjänster med resultatet. Då går det att få en tydligare bild på om träd eller gräsmatta är bättre eller sämre för ekosystemet utifrån vilka tjänster de bidrar med. Enligt Sundbergs et al. (2019) rapport visar träd, buskar och växter ett flertal positiva karaktärer för biodiversiteten som skulle kunna inkluderas. Tidigare studier som har försökt inkludera förlust av biodiversitet, ekosystemtjänster och övriga faktorer (White et al. 2017; Asselin et al. 2019; Erlandsson 2003) påstår alla mer eller mindre att ytterligare undersökningar behöver genomföras innan det går att dra slutsatser kring effekter i processkedjor.

Om invasiva arter hade gått att inkludera i en LCA hade systemet förmodligen sett annorlunda ut. När stora jordmassor sparas på ett område, exempelvis i växtbäddar, ökar risken för spridning av invasiva arter som finns i jorden. Om växter och frön till invasiva arter finns behöver jorden tas bort och behandlas korrekt (Wissman et al. 2021). Träden i denna studie är planterande i en växtbädd vilket krävt relativt små resurser att byta ut än hos andra växttyper i studien. Detta antagande beror mycket på hur jorden ser ut och brukas på platsen idag. Detta kan ha fått träden att se bättre ut än i verkligheten. Det är möjligt att miljöpåverkan på ekosystemet hade höjts om mer jord hade behövts bytas ut, å andra sidan kan det leda till andra risker för biodiversiteten i omgivningen.

Det blir tydligt att det inte bara är delar som bevattning, gödsling och val av jord som behöver tas till hänsyn vid planering av ett grönområde. Förståelse för hur ett urbant grönområdes många ekosystemtjänster och nyttor för biodiversiteten är minst lika viktigt. För att kunna dra mer tydliga slutsatser om grönområdet på Ultuna campus, mer än att ett varierat grönområde är bättre än majoriteten gräsmatta, behövs det mer kännedom om området som kan stärka den LCA som gjorts. De verktyg som finns för en LCA behöver även utvecklas ännu mer för att inkludera fler viktiga aspekter.

4.2 Känslighetsanalys

Resultaten i känslighetsanalysen antyder att valet av jord kan spela roll för miljöpåverkan. Trots att torv är en kontroversiell produkt och som enligt IPCC klassas som en fossil resurs (IPCC 2019) blev inte utbytet till barkflis så bra som förväntat.

Att det i scenario 2 ökade med 1% kan komma från växterna och ängens jordar som har använt mer material. Växter och äng fanns inte med i scenario 1 så där blev effekten att skadepåverkan minskade med 7%. En förklaring till varför utbytet till bark inte gav lika stor skademinskning hade kunnat vara att barkflisens densitet är mer än dubbelt så hög och ger upphov till tyngre transporter som påverkar utsläppen. En annan förklaring skulle kunna vara att bark- och träflisens dataset inkluderar fler industriellt energikrävande processer som en LCA tydligare kan visa ekosystempåverkan från (bilaga B), medan torvens dataset mestadels innefattar markarbete och transporter av torven. Torven som bryts ut är enligt Ecoinvent en ung resurs som inte är lika nedbruten som torv till energiutvinning (dataset 6). Det kan leda till att torven visar mindre skada på ekosystemet. Som nämnt tidigare har en LCA idag svårt att fånga upp de ekosystemtjänster och nyttor som går förlorade. Det betyder att en LCA kanske inte fångar upp alla de effekter som sker vid utvinning av torven till jorden, medan det är lättare att ange påverkan från maskinerna vid träflistillverkningen. Jämförelsen mellan torv och barkflis blir eventuellt missvisande och kräver troligtvis stöd från litteraturstudier om vad som är mest hållbart i längden.

Den andra känslighetsanalysen gjordes på träd och vad vinsten är att låta befintliga träd stå orörda. Resultaten visar att det går att undvika 3% negativ miljöpåverkan i scenario 1 om de 24 befintliga träden får stå kvar i stället för att bytas ut. Scenario 2 innehöll sammanlagt 40 träd. Genom att spara de befintliga träden på området tillsattes enbart 16 nya träd. Resultatet visade att den förändringen ger en skadereducering på 8% för det totala grönområdet. För resultatet i stort är skademinskningen relativt liten när träden redan har systemets minsta påverkan. Något som inte fångas in i denna känslighetsanalys är de positiva effekterna av att låta träd stå kvar. Dels som ett viktigt habitat för många insekter och djur där grova och gamla träd kan vara speciellt viktiga för många arter (Sundberg et al. 2019), dels det CO₂-upptag som kan vara mycket liten vid nyplanterade träd (Zhang et al. 2022).

Sista känslighetsanalysen testade om hela grönytan blev en kolkälla eller kolsänka om CO₂-upptag togs till hänsyn. Här visades störst effekt av känslighetsanalyserna. Både i scenario 1 och scenario 2 blev området sammantaget en kolsänka där mer CO₂ lagrades in än släpptes ut. Zhang et al. (2022) fick samma resultat i sin studie på en urban grönyta, till skillnad från McPherson & Kendall (2014) som visar att

urbana trädplanteringar i Los Angeles kan vara en kolkälla. Aspekter som påverkar resultatet skulle kunna bero på vilka arter som valts, bevattningsbehov och vad träden används till efter att de avlägsnats från området (McPherson & Kendall 2014).

Det intressanta i resultatet av denna känslighetsanalys är att gräs är den enda vegetationstypen som fortfarande visar större klimatpåverkan än klimatnytta efter 50 år av CO₂-upptag, trots att växter och buskar är beräknade att bytas ut under den tidsperioden och därmed kräver större resurser än gräs i den aspekten. Zhang et al. (2022) kom fram till samma resultat. Det stärker ytterligare argumentet att en yta med gräs skulle gå att utnyttja på bättre sätt för både klimatnytta och för biodiversiteten.

Växtypernas miljöpåverkan i förhållande till varandra är ungefär densamma efter att CO₂-upptag tagits med. Vid planering av ett grönområde är träd den vegetationstyp som tar upp absolut mest CO₂ i förhållande till vad de släpper ut på 50 år. Buskar, växter och äng kommer därefter med ungefär lika stor nytta genom upptag av CO₂.

För vidare fördjupning på studien hade det varit bra att undersöka olika alternativ till gödsel på grund av att det bidrog till en påtaglig påverkan för vissa vegetationstyper. Det kan vara speciellt intressant att jämföra det med gödsel från djur som kan räknas som en biprodukt. Det kan därmed leda till andra resultat. En annan faktor som hade varit bra att testa är den bevattning som används till grönområdet. Det var en av de största faktorerna till skadepåverkan från skötsel. Vattenresurser kan skilja sig från olika länder och kan ha olika påverkan. Eftersom bevattning kanske inte sker likadant på alla grönområden hade det varit intressant att testa påverkan från andra mer hållbara metoder, som exempelvis att spara regnvatten.

4.3 Osäkerheter och begräsningar

Systemet i denna studie är en förenkling av verkligheten som har byggts på ett flertal osäkerheter, bland annat omfattning av skötsel och hur många processer som ingår i ett grönområde.

De databaser som använts har stort fokus på jordbruk och är något som begränsat hämtning av relevant data. En stor osäkerhet har varit databaserna och deras transparens som i många fall varit låg. Det har försvårat arbetet att välja välanpassade dataset och kan ha påverkat resultatet utöver denna studies antaganden.

En aspekt som kan uppfattas kontroversiell, och få resultaten att se bättre ut än vad det är i verkligheten, är tidsperioden för hur länge området faktiskt får stå orört. Det kan vara optimistiskt att tänka en livslängd på 50 år där träd, annan vegetation och asfalt lämnas helt orörda. Beslutet att anta 50 år grundar sig i att många liknande studier gjort det antagandet, vilket därmed underlättade viss inhämtning av data. För att ta hänsyn till detta eventuellt kontroversiella antagande har buskar och växter antagits ha en livslängd på 25 respektive 10 år och alltså planterats ut fler gånger under grönområdets livstid.

En annan del i systemet som var svår att hitta var en lämplig maskin till markbearbetning och har därmed inte inkluderats i studien. De som fanns var väldigt stora och prioriterades därmed bort. Det gör hela systemet osäkert och verkligheten kommer ha större påverkan än dessa resultat. Samtidigt togs beslutet då all vegetation har ungefär samma djup av jord som bytts ut och skulle därmed ha ungefär lika stor belastning mellan scenarierna, men undantag för träd och buskar som grävs ner djupare. Det var även svårt att hitta en lämplig bil till skötseltransporter till grönområdet. Fordonsstorleken som valdes är antagligen för stor men valdes utefter dess miljömärkning (dataset 13). Det är en begränsning i tillgängliga data som kan generera större utsläpp än i verkligheten.

5. Slutsats

Studien undersökte miljöpåverkan med hänseende till ekosystemet av ett grönområde i Ultuna, Uppsala. Vidare undersöktes vilken typ av vegetation som är bättre att välja i förmån för den biologiska mångfalden.

Sammanfattningsvis visar resultaten att gräs är det alternativ som bidrar med störst skadepåverkan i ett grönområde. Det beror både på att det är en kolkälla och kräver stora resurser vid etablering och underhåll men även för att det är en yta som inte bidrar med många nyttor för den biologiska mångfalden. Intressant var att ängen inte visade den låga ekosystempåverkan som förväntat, mestadels beroende på den jord som användes vid utplantering. Ängen är troligtvis bättre än vad som går att visa i en LCA då ekosystemtjänsterna och biologiska nyttorna inte inkluderas. Planteringsjord, bevattning och gödsel verkar vara de största källorna till den negativa påverkan på ekosystemet. Frön visade mycket liten påverkan och tyder på att det kan vara mer lönsamt att välja växter som inte kräver mycket bevattning och gödsel, trots att de behöver planteras om med jämnare mellanrum. Det bästa och mest resurssnåla alternativet kan emellertid vara att sluta klippa gräsmattor som redan finns. Med resultaten, och stöd från andra studier om vad som gynnar biodiversiteten på plats, bör klippta gräsytor bytas ut mot mer träd, buskar, blommande växter och ängsytor i den mån som går.

Referenser

- Allt om trädgård (2010). *Jordförbättring – När behövs det och hur gör man*. <https://alltomtradgard.expressen.se/tradgard/kompost-jord-och-naring/sa-forbattrar-du-din-jord/> [2022-05-24]
- Alsätters Trädgårdar (2019). *Visste du att perenner har olika livslängd?* <https://www.alsatterstradgardar.se/l/visste-du-att-perenner-har-olika-livslangd/> [2022-05-23]
- Agri-Footprint (2019). *Agri Footprint 5.0 Part 1 Methodology and basic principles*. <https://simapro.com/wp-content/uploads/2020/10/Agri-Footprint-5.0-Part-1-Methodology-and-basic-principles.pdf> [2022-04-22]
- Asselin, A., Rabaud, S., Catalan, C., Leveque, B., L'Haridon, J., Martz, P. & Neveux, G. (2020). Product Biodiversity Footprint – *A novel approach to compare the impact of products on biodiversity combining Life Cycle Assessment and Ecology*. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119262. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119262>
- Bengtsson, J. (2021). *Så ofta ska du vattna i sommar – ute och inne*. <https://www.residencemagazine.se/tradgard/sa-ofta-vattna-vaxter-blommor-sommar/7576677> [2022-05-29]
- Bengtsson, R. & Forss, K. (1997). *Perennboken med växtbeskrivningar*. 2 uppl., Stockholm: LT.
- Berger, M Finkbeiner, M. (2010). *Water Footprinting: How to Address Water Use in Life Cycle Assessment?* *Sustainability*, 2 (4), 919–944. <https://doi.org/10.3390/su2040919>
- Billbäck (2022). *Billbäck's Produktkatalog 2022*. <https://www.emagasin.se/paper/7t670dhg/paper/1> [2022-05-26]
- Bjuggren, J. (u.å). *Utomhusmiljöer*. <https://www.akademiskahus.se/campusutveckling/utomhusmiljoer/> [2022-05-14]
- Blicharska, M. (2019). <https://www.slu.se/ew-nyheter/2019/11/biologisk-mangfald-har-betydelse-for-alla-globala-hallbarhetsmal/> [2022-05-23]
- Blomsterlandet (u.å). *Prydnadsbuskar - plantera så här*. <https://www.blomsterlandet.se/tips-rad/tradgard/prydnadsbuskar-och-trad/prydnadsbuskar-plantera-sa-har/> [2022-05-16]
- Boverket (2019a). *Urbana träd och ekosystemtjänster*. Boverket. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana_trad/ [2022-05-10]
- Boverket (2019b). *Vad kan man göra för att bevara, utveckla eller skapa ekosystemtjänster på hårdgjorda ytor?* Boverket. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/platser/hardgjorda/starka_hardgjort/ [2022-05-28]
- Grunewald, K. & Bastian, O. (2021). *A multi-criteria analytical method to assess ecosystem services at urban site level, exemplified by two German city*

- districts. Ecosystem Services*, 49, 101268.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101268>
- Bywall, M. (2021) *Vad är livscykelanalys?*
<https://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/> [2022-04-13]
- Cardoso, P., Barton, P., Birkhofer, K., Chichorr, F. Deacon, C., Fartmann, C., Fukushima, S., Gaigher, R., Habel, J.C., Hallmann, Hochkirich, A., Kwak, M.L., Mammola, S., Noriega, J., Orifinger, A.B., Pedraza, F., Pryke, J.S., Samways, M. (2020). *Scientists' warning to humanity on insect extinctions | Elsevier Enhanced Reader*. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108426
- Chollet, S., Brabant, C., Tessier, S., Jung, V. (2018). *From urban lawns to urban meadows: Reduction of mowing frequency increases plant taxonomic, functional and phylogenetic diversity*. 10.1016/j.landurbplan.2018.08.009
- Cordella, M., Gonzalez-Redin, J., Lodeiro, R.U. & Garcia, D.A. (2022). *Assessing impacts to biodiversity and ecosystems: understanding and exploiting synergies between Life Cycle Assessment and Natural Capital Accounting*. Procedia CIRP, 105, 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.023>
- Crenna, E., Marques, A., La Notte, A. & Sala, S. (2020). Biodiversity Assessment of Value Chains: State of the Art and Emerging Challenges. *Environmental Science & Technology*, 54 (16), 9715–9728. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05153>
- Curran, M.A. (2012). *Life Cycle Assessment Student Handbook*. Somerset, UNITED STATES: John Wiley & Sons, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=4911663> [2022-05-17]
- Dahl, C., Jergmo, F., Klein, H., Nilsson, G., Olsson, T. (2017). *Ekosystemtjänsternas bidrag till god urban livsmiljö*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1397062/FULLTEXT01.pdf> [2022-04-12]
- Davies, Z.G., Edmondson, J.L., Heinemeyer, A., Leake, J.R. & Gaston, K.J. (2011). *Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale*. *Journal of Applied Ecology*, 48 (5), 1125–1134. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02021.x>
- Dylewski, Ł., Maćkowiak, Ł. & Banaszak-Cibicka, W. (2019). *Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies, and hoverflies in different urban green areas*. *Ecological Entomology*, 44 (5), 678–689. <https://doi.org/10.1111/een.12744>
- Ebenhard, T. (2021) *Utarmning och restaurering av landekosystem*. <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/6900/978-91-620-6948-3.pdf> [2022-05-23]
- Ecoinvent (u.å.a). *System models*. <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/system-models/> [2022-05-23]
- Ecoinvent (u.å.b). *For the availability of environmental data worldwide*. <https://ecoinvent.org/> [2022-05-14]
- Edofsson, M. (2020). *Akademiska Hus satsar på ökad biologisk mångfald akademiskahus*. <https://www.akademiskahus.se/aktuellt/nyheter/2020/05/akademiska-hus-satsar-pa-okad-biologisk-mangfald/> [2022-04-12]
- Elmberg, K. (2021). *Så vattnar du nyplanterade växter - bästa tipsen*.

- <https://www.wexthuset.com/fakta-och-rad/om-odling-och-skotsel-av-tradgard-och-vaxter/odlingstips-for-tradgard-balkong-och-inne/vattna-nyplanterade-vaxter> [2022-04-22]
- Erlandsson, M. (2003). *Miljö kvalitetsmålet giftfri miljö i en livscykelanalys - normaliseringsmetod för human- och ekotoxicitet*. 25
- Europaparlamentet (2006). En ny definition av torv på EU-nivå. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-6-2006-3122_SV.html [2022-05-26]
- Evans., C. & Peacock, M. (2021). *Betydligt mindre utsläpp av växthusgaser från mulljordar om dräneringsdjupet minskas*. SLU.SE. <https://www.slu.se/ew-nyheter/2021/4/betydligt-mindre-utslapp-av-vaxthusgaser-fran-mulljordar-om-draneringsdjupet-minskas/> [2022-05-15]
- Froster, A. (2021). *Odling fossilfritt utan torv*. Sveriges Natur. <https://www.sverigesnatur.org/gron-guide/odla-fossilfritt-utan-torv/> [2022-05-15]
- Fu, D., Bu, B., Wu, J. & Singh, R.P. (2019). *Investigation on the carbon sequestration capacity of vegetation along a heavy traffic load expressway*. *Journal of Environmental Management*, 241, 549–557. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.098>
- Goddard, M., Dougill, A., Benton, T. (2010). *Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534709002468> [2022-05-18]
- Gustavsson, O. Bjuvs Kommun (2016). *Bilaga 1 till riktlinjer för park och grönyteskötsel – Skötselplan - Kvalitetskrav och vägledande skötselmetoder för Bjuvs kommuns grönytor*. Bilaga 1 till riktlinjer för park- och grönyteskötsel 20161109.indd (bjuv.se). [2022-04-14]
- Gör det själv (2016). *Gör gräsmattan stark med gödsel*. Gör Det Själv. <https://gds.se/tradgarden/grasmatta/grasmatta-godselsel-betyder-allt> [2022-04-15]
- Gräscenter (u.å.) *Anlägga gräsmatta – Underlag*. <https://grascenter.se/underlag-och-skotsel/underlag-anlagga-grasmatta/> [2022-05-25]
- Hasselfors Garden (2018). *Olika sorters jordar*. <https://bilfrakt.se/wp-content/uploads/2018/08/Broschyr-jordar.pdf> [2022-04-27]
- Hasselfors Garden (2020a). *Gödsling*. Hasselforsgarden.se. <https://www.hasselforsgarden.se/artikel/godsling/> [2022-04-15]
- Hasselfors Garden (2020b). *Gräsytor - äng*. Hasselforsgarden.se. <https://www.hasselforsgarden.se/artikel/grasytor-ang/> [2022-05-16]
- Hasselfors Garden (2020c). *Gödsel* Hasselforsgarden.se. <https://www.hasselforsgarden.se/artikel/om-godselsel/> [2022-06-01]
- Hornbach (2022). *Så vattnar du din gräsmatta - Vattna gräsmattan med HORNBAACH*. HORNBAACH. <https://www.hornbach.se/projekt/vattna-grasmattan/> [2022-04-27]
- Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout, P.M.F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., Zijp, M., Hollander, A. & van Zelm, R. (2017). *ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level*. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22 (2), 138–147. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1246-y>
- Husqvarna AB. (u.å.). *Gödsel gräsmatta - Så gör du*. <https://www.husqvarna.com/se/utforska-och-upptack/godselsel-grasmatta/> [2022-05-16]

- Ignatieva, M. (2017). *Alternativ till gräsmatta i Sverige från teori till praktik*.
https://pub.epsilon.slu.se/14520/11/ignatieva_m_170831_1.pdf [2022-05-18]
- IPCC (2019). Glossary.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/19R_V0_02_Glossary.pdf [2022-05-29]
- IPCC (2022). *AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change — IPCC*.
<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/> [202205-31]
- ISO (2006) *ISO 14040:2006(en), Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*.
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en> [202204-13]
- Jeswani, H., Azapagic, A. (2011) *Water footprint: methodologies and a case study for assessing the impacts of water use*.
 DOI:10.1016/j.jclepro.2011.04.003
- Kaenchan, P., Guinée, J., Gheewala, S. (2018) *Assessment of ecosystem productivity damage due to land use*. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.096
- Kendall, A. & McPherson, E.G. (2012). *A life cycle greenhouse gas inventory of a tree production system*. The International Journal of Life Cycle Assessment, 17 (4), 444–452. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0339-x>
- Kjelgren, R. & Montague, T. (1998). *Urban tree transpiration over turf and asphalt surfaces*. Atmospheric Environment, 32 (1), 35–41.
[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(97\)00177-5](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(97)00177-5)
- Kowalska, A., Pawlewicz, A., Dusza, M., Jaskulak, M., Grobelak, A., Prasad, M., Pietrzykowski, M. (2020). *Chapter 23 - Plant–soil interactions in soil organic carbon sequestration as a restoration tool*. DOI: 10.1016/B978-0-12-818032-7.00023-0
- Li, C., Wang, N., Zhang, H., Liu, Q., Chai, Y., Shen, X., Yang, Z. & Yang, Y. (2019). *Environmental Impact Evaluation of Distributed Renewable Energy System Based on Life Cycle Assessment and Fuzzy Rough Sets*. Energies, 12, 4214. <https://doi.org/10.3390/en12214214>
- Lindemann-Matthies, P. & Bose, E. (2007). *Species richness, structural diversity and species composition in meadows created by visitors of a botanical garden in Switzerland*. Landscape and Urban Planning, 79 (3), 298–307.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.03.007>
- Löwling, M., Wieselblad, M., Rimskog, M. (2020) *Ultuna / Green Innovation Park*. <https://www.akademiskahus.se/ditt-campus-2/uppsala/ultuna-greeninnovationpark/> [2022-05-24]
- Lvel, J., Watson, R., Abbassi, B. & Abu-Hamatteh, Z.S. (2020). *Life cycle analysis of concrete and asphalt used in road pavements*. Environmental Engineering Research, 25 (1), 52–61. <https://doi.org/10.4491/eer.2018.399>
- Marselle, M., Bowler, D., Watzema, J., Eichenberg, D., Kirsten, T., Bonn, A. (2020) *Urban street tree biodiversity and antidepressant prescriptions*. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79924-5>
- McPherson, E., Kendall, A. (2014). *A life cycle carbon dioxide inventory of the Million Trees Los Angeles program*. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0772-8>
- Meijer, E. (2021). Consider your audience when doing LCA. PRé Sustainability. <https://pre-sustainability.com/articles/consider-your-audience-when-doing-lca/> [2022-05-20]

- Naturvårdsverket (2022a). *Beräkna klimatpåverkan utifrån ett livscykelperspektiv*.
<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/berakna-klimatpaverkan-utifran-ett-livscykelperspektiv/> [2022-05-17]
- Naturvårdsverket (2022b). *Markförurning i skogslandskapet*.
<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljoovervakning/bedomningsgrunder/markforsurning-i-skogslandskapet/> <https://www.naturvardsverket.se/ekosystemtjanster> [2022-05-18]
- Naturvårdsverket (2022c). *Ekosystemtjänster*.
<https://www.naturvardsverket.se/ekosystemtjanster> [2022-05-18]
- Naturvårdsverket (u.å.a). *Kväveoxider, utsläpp luft*.
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/utslapp-av-kvaveoxider-till-luft/> [2022-06-22]
- Naturvårdsverket (u.å.b). *Svaveldioxid, utsläpp till luft*.
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/svaveldioxid-utslapp-till-luft/> [2022-06-22]
- Nicese, F.P., Colangelo, G., Comolli, R., Azzini, L., Lucchetti, S., Marziliano, P.A. & Sanesi, G. (2021). *Estimating CO2 balance through the Life Cycle Assessment prism: A case – Study in an urban park*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 57, 126869. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126869>
- Nyström, J. (2019). *Låt gräset bli äng!* <https://fof.se/artikel/2019/3/lat-graset-bli-ang/> [2022-05-18]
- Persson, A.S., Smith, H.G., Lunds universitet, & Centrum för miljö- och klimatforskning (2014). *Biologisk mångfald i urbana miljöer: förutsättningar, fördelar och förvaltning*. Lund: Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet.
- Pettersson, F. (2015). *Stamtäthet, gödsling, virkesproduktion och ekonomi – resultat från röjnings- och gallringsförbandsförsök med tall*. <https://www.skogforsk.se:443/kunskap/kunskapsbanken/2015/stamtathet-godsling-virkesproduktion-och-ekonomi--resultat-fran-tre-rojnings--och-ett-gallringsforbandsforsok-med-tall/> [2022-05-15]
- Plantagen (2022). *Anlägga gräsmatta – så gör du*.
<https://www.plantagen.se/anlagga-grasmatta-sa-gor-du.html> [2022-05-16]
- PRé Sustainability (2020). *SimaPro database manual*. (4.15).
<https://simapro.com/wp-content/uploads/2020/10/DatabaseManualMethods.pdf> [2022-05-17]
- Sala, S., Amadei, A.M., Beylot, A. & Ardente, F. (2021). *The evolution of life cycle assessment in European policies over three decades*. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26 (12), 2295–2314.
<https://doi.org/10.1007/s11367-021-01893-2>
- Savard, Jean-Pierre., Clergeau, Philippe., Menneches, Gwenaëlle (2000). *Biodiversity concepts and urban ecosystems*. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2)
- SGU (2021). *Torvbruk. Sveriges Geologiska Undersökning*.
<https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/markanvandning/torvbruk/> [2022-05-26]
- SimaPro (u.å.). *What is the difference betweenecoinvent market and transformation processes?* *SimaPro Help Center*.
<https://support.simapro.com/articles/FAQ/What-is-the-difference-between-ecoinvent-market-and-transformation-processes> [2022-04-22]

- Skogskunskap (2020). *Antal stammar*. <https://www.skogskunskap.se:443/rakna-med-verktyg/mata-skogen/antal-stammar/> [2022-05-15]
- Smith, Lionel S., Fellowes, Mark, D.E (2014) *The grass-free lawn: Management and species choice for optimum ground cover and plant diversity*. 10.1016/j.ufug.2014.04.008 [2022-05-18]
- Souza, D.M., Teixeira, R.F.M. & Ostermann, O.P. (2015). *Assessing biodiversity loss due to land use with Life Cycle Assessment: are we there yet? Global Change Biology*, 21 (1), 32–47. <https://doi.org/10.1111/gcb.12709> [2022-04-12]
- Statistiska Centralbyron (u.å). *Beskrivning av grönytor i och omkring tätorter*. Beskrivning av Grönytor i och omkring tätorter (scb.se)[2022-04-08]
- Stendahl, Johan (2020). *Biodiversitet*. Biodiversitet | Externwebben (slu.se) <https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/standort/vegetation2/biodiversitet/> [2022-04-08]
- Sundberg, S., Thor, G. & Sandström, J. (2019). *Värdväxters betydelse för andra organismer – med fokus på vedartade värdväxter*. SLU.SE. <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/Dagens-natur/rapport-visar-betydelsen-av-trad-och-andra-vaxter-for-biologisk-mangfald/> [2022-05-18]
- IPBES (2017). *Models of drivers of biodiversity and ecosystem change*. IPBES sekretariat. <https://ipbes.net/models-drivers-biodiversity-ecosystem-change> [2022-05-18]
- IPBES (2019). *The global assessment report on biodiversity and ecosystem services* https://ipbes.net/sites/default/files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf [2022-04-08]
- Transportstyrelsen (2022). *Miljözoner* <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Miljozoner/> [2022-05-18]
- Tranvik.L (2022). *Vad är ekosystemtjänster – SLU artdatabanken*. <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/biologisk-mangfald/vad-ar-ekosystemtjanster/>. [2022-04-08]
- UNEP, U.N. (1992). *United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992*. United Nations. <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992> [2022-05-28]
- US EPA, O. (2016). *Understanding Global Warming Potentials*. [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials> [2022-05-09]
- Uppsala Kommun., Engberg,R., Eskilsson,S.,Orvesten,A., Stål,Ö. (2010) *Trädhandbok för Uppsala kommun*. Version (1), tradhandbok.pdf (uppsala.se) [2022-04-15]
- Van Zelm, Rosalie., Roy, Pierre-Olivier., Hauschild, Michael Z., Huijbregts, Mark A. J., Hauschild, Michael Z., Huijbregts, Mark A.J. (2015). *Acidification*. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9744-3_9
- Växthuset Linds. (2021). *Att lyckas med prydnadsbuskar*. Växthuset Linds. <https://vaxthusetlinds.se/pages/att-lyckas-med-prydnadsbuskar> [2022-05-15]
- VegTech (2021). *Ängsfröblandning*. Veg Tech AB. <https://www.vegtech.se/produktinformation/angsfroblandningar/> [2022-05-17]

- Verones, Francesca, Stefanie Hellweg, Assumpció Antón, Ligia B. Azevedo, Abhishek Chaudhary, Nuno Cosme, Stefano Cucurachi, et al. “LC-IMPACT: A Regionalized Life Cycle Damage Assessment Method.” *Journal of Industrial Ecology* 24, no. 6 (December 2020): 1201–19. <https://doi.org/10.1111/jiec.13018>. [2022-05-24]
- Wang, Y., Kotze, D.J., Vierikko, K. & Niemelä, J. (2019). *What makes urban greenspace unique – Relationships between citizens’ perceptions on unique urban nature, biodiversity and environmental factors*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 42, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.005>
- Winter, L., Annekatriin Lehmann., Natalia Finogenova., Matthias Finkbeiner. (2017). *Including biodiversity in life cycle assessment – State of the art, gaps and research needs* <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.08.006>
- Wise, M. (2020). *How Organic Lawns Sequester Carbon*. <https://www.whygoodnature.com/blog/how-organic-lawns-sequester-carbon> [2022-05-04]
- Wissman, J., Runesson, K. & Linnander, J. (2021). *Om invasiva växtarter; stöd i arbetet för en hållbar miljö i städer och tätorter*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/amnen/invasiva-frammande-arter/pdf/kommunens-arbete/park-och-planering-utskriftsvanlig-version.pdf> [2022-05-19]
- Zhang, Y., Meng, W., Yun, H., Xu, W., Hu, B., He, M., Mo, X. & Zhang, L. (2022). *Is urban green space a carbon sink or source? - A case study of China based on LCA method* | Elsevier Enhanced Reader. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106766>

Bilaga

A. Dataset som använts i SimaPro modellering

Lista på Ecoinvent dataset som används i SimaPro 9.

Tabel 8 anger datamodell, namnet på datasetet, geografisk plats, vilket format och användningsområde för systemet som har använts. Alla dataset är från Ecoinvent 3.5 med *allocation, cut-off by system*.

Tabell 8. Dataset som används i systemet för etablering och underhåll för ett grönområde

Nummer	Data modell	Dataset namn	Geografisk Plats	Format	Användningsområde
1	System	Bitumen adhesive compound, hot production	RER	Transformation	Bitumen; asfalt
2	System	Sand gravel and quarry operation	CH	Transformation	Sand; asfalt
3	System	Gravel, crushed production	CH	Transformation	Grus; asfalt
4	System	Electricity, low voltage {RER} market group for	RER	Market	El; asfalt
5	System	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6	RER	Market	Lastbil; asfalt
6	System	Peat moss peat moss production, horticultural	RoW	Transformation	Torv; Jord
7	System	Bark chips, wet, measured as dry mass bark chips production, hardwood, at sawmill	CH	Transformation	Bark; Jord
8	System	Clay market for clay	CH	Market	Lera; Jord
9	System	Sand 0/2, wet and dry quarry, production mix, at plant, undried	RER	Economic-allocation copied from ELCD	Sand; Jord

10	System	Transport, freight train market group for transport	RER	Market	Tåg
11	System	Transport, freight, inland waterways, barge market for transport, freight, inland waterways, barge	RER	Market	Båt
12	System	Transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, all sizes, EURO6 to generic market for	RER	Transformation	Lastbil/ Bortskaffning
13	System	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6	RER	Transformation	Lastbil;Underh-åll
14	System	Tree seedling, for planting tree seedling production, in unheated greenhouse	RER	Transformation	Plantor; Träd
15	System	Nitrogen fertiliser, as N ammonium nitrate phosphate production	RER	Transformation	Kväve; Gödsel
16	System	Phosphate fertiliser, as P2O5 ammonium nitrate phosphate production	RER	Transformation	Fosfor; Gödsel
17	System	Potassium nitrate production	RER	Transformation	Kalium; Gödsel
18	System	Irrigation market for	CH	Market	Bevattning
19	System	Fruit tree seedling, for planting fruit tree seedling production, for planting	CH	Transformation	Plantor; Buske
20	System	Grass seed, Swiss integrated production, for sowing market for grass seed	CH	Market	Frön; Gräs
21	System	Mowing, by motor mower processing	CH	Transformation	Klippning; Gräsklippare
22	System	Strawberry strawberry	CH	Transformation	Frön; Jordgubbe

23	System	production, in unheated greenhouse Potato seed, organic, for setting production	CH	Transformation	Frön; Potatis
24	System	Rape seed, organic, for sowing production	CH	Transformation	Frön; Raps

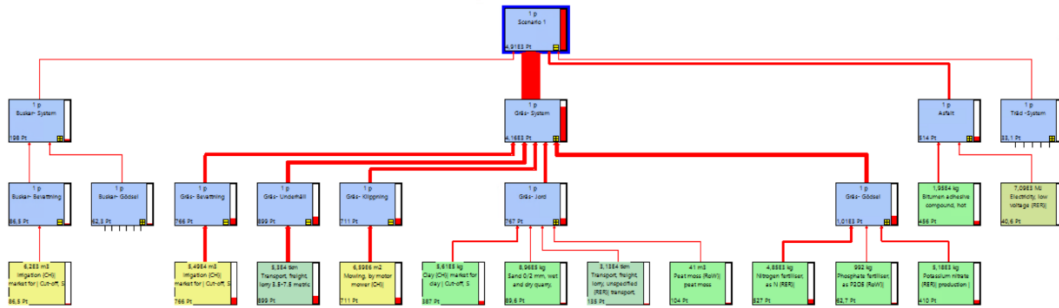
B. Känslighetsanalys

Tabell 9. Barkens dataset; Ecoinvent 3.5 treatment of waste wood, post-consumer, sorting and shredding – CH (dataset 25)

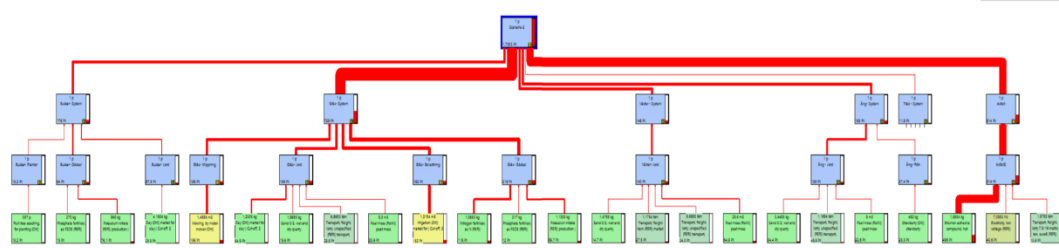
Process	Material	Mängd (Scenario 1)	Mängd (scenaio 2)	Dataset*
Gräs	Bark	6,2E+04 kg	1,4E+04 kg	25
	Lera	5,6E+05 kg	1,2E+05 kg	8
	Sand	9,0E+05 kg	1,9E+05 kg	9
	Tåg	1,2E+07 kgkm	2,7E+06 kgkm	10
	Båt	7,8E+06 kgkm	1,7E+06 kgkm	11
	Lastbil	3,2E+07 kgkm	7,1E+06 kgkm	12
	Bortskaffning	1,5E+06 kg	3,3E+05 kgkm	12
Äng	Bark	-	1,4E+04 kg	25
	Sand	-	3,4E+05 kg	9
	Tåg	-	4,6E+06 kgkm	10
	Båt	-	3,0E+06 kgkm	11
	Lastbil	-	1,2E+07 kgkm	12
	Bortskaffning	-	3,6E+05 kgkm	12
Växter	Bark	-	2,3E+03 kg	7
	Bark	-	3,8E+04 kg	25
	Sand	-	1,5E+05 kg	9
	Tåg	-	7,3E+07 kgkm	10
	Båt	-	1,6E+06 kgkm	11
	Lastbil	-	6,3E+06 kgkm	12
	Bortskaffning	-	1,8E+05 kgkm	12
Buskar	Bark	2,1E+03 kg	5,4E+03 kg	25
	Lera	1,7E+04 kg	4,2E+04 kg	8
	Sand	2,3E+04 kg	6,0E+04 kg	9
	Tåg	3,2E+05 kgkm	8,1E+05 kgkm	10
	Båt	2,1E+05 kgkm	5,2E+05 kgkm	11
	Lastbil	8,5E+05 kgkm	2,2E+06 kgkm	12
	Bortskaffning	4,2E+04 kgkm	1,1E+05 kgkm	12
Träd	Bark	317 kg	528 kg	25
	Lera	2,5E+03 kg	4,1E+03 kg	8
	Sand	3,4E+03 kg	5,7E+03 kg	9
	Tåg	4,7E+04 kgkm	7,9E+04 kgkm	10
	Båt	3,1E+04 kgkm	5,1E+04 kgkm	11
	Lastbil	1,3E+05 kgkm	2,1E+05 kgkm	12

C. Bild på systemet

a. Scenario 1



b. Scenario 2



Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
www.slu.se/institutioner/energi-teknik

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Energy and Technology
P. O. Box 7032
SE-750 07 UPPSALA
SWEDEN
www.slu.se/en/departments/energy-technology/