

# **Klimatkompensationer ur en kommuns perspektiv**

En studie om klimatkompensationer för att uppnå  
klimatneutralitet till 2030 i Helsingborgs kommun

Matilda Nielsen

Juni 2023

## Förord

Denna rapport är en förlängd version av mitt examensarbete som skrevs i samarbete med Helsingborgs kommun under våren 2023. Jag vill rikta ett stort tack till Helsingborgs kommun som har gett mig denna möjlighet, och för all tid ni lagt ner för att hjälpa mig i arbetet. Ett extra stort tack riktas till Alfred Nerhagen som varit min handledare på kommunen. Tack för all tid du lagt ner för att hjälpa och stötta mig i processen. Det jag har lärt mig under denna termin kommer jag ha stor nytta av i framtiden och för det är jag väldigt tacksam.

# Sammanfattning

Idag har mänsklig aktivitet rubbat den naturliga kolcykeln och utsläpp av växthusgaser är ett större problem än någonsin. Svenska kommuner måste ta ansvar och göra allt de kan för att reducera utsläppen. Klimatkompensationer är en viktig metod för att svenska kommuner ska bli klimatneutrala. Däremot råder det otydlighet i vad en kommun får göra, som bland annat styrs av kommunallagen. Denna rapport har skrivits i samarbete med Helsingborgs kommun och har genom studiebesök och intervjuer undersökt hur kommunen kan kompensera för sina utsläpp med hjälp av våtmark, biokol, CCS, träd och skog. Syftet med studien var att undersöka hur dessa kan och bör användas som klimatkompensation och om de bidrar till genomförandet av Sveriges miljökvalitetsmål. Studiens resultat visar att klimatkompensationer som kommuner utför ska ske inom de kommunala gränserna och ge tillbaka en nytta till kommuninvånarna. Det är denna grundprincip som gäller oavsett vilken typ av klimatkompensation kommunen väljer att arbeta med. Den CCS-anläggning som är under konstruktion i Helsingborgs kommun kommer årligen skapa en klimatkompensation på 100 000 ton koldioxid och är därför en mycket viktig teknik i kommunens arbete för att bli klimatneutrala. Däremot visar även resultatet att CCS inte kommer generera stor nytta för miljökvalitetsmålen. För att främja genomförandet av miljökvalitetsmålen bör kommunen istället kompensera med naturliga kolsänkor såsom våtmark och skog som förutom binder koldioxid även genererar flera vitala ekosystemtjänster. Fler våtmarker bör anläggas och mer skog skulle behöva skyddas inom kommunen. Helsingborg har lite skogsmark, ungefär 3 000 hektar där enbart 800 hektar är skyddad. För att skapa en större klimatkompensation från skogen bör kommunen se över om mer skog kan skyddas inom kommunen, vilket även är det mest kostnadseffektiva kommunen kan göra ur detta perspektiv. Eftersom Helsingborg är en kommun där ungefär 75% av marken består av jordbruksmark kan biokol med fördel tillföras i mark och jord för att skapa kolsänkor i mark. I Helsingborg finns en biokol-anläggning och hela produktionskedjan sker lokalt. Kommunen kan skapa en fond för klimatkompensationer där kapital från kommunal verksamhet samlas in utifrån idén att organisationens utsläpp ska kompenseras av varje verksamhet. En fond med privat kapital där kommunen erbjuder kompensationstjänster till externa aktörer är förmodligen inte möjligt eftersom konkurrenslagen kan förbjuda det. Slutsatserna som dras av studien är att bio-CCS, biokol, våtmark och skog kan användas som klimatkompensation om det sker inom kommunens gränser. CCS-anläggningen kommer årligen samla in 100 000 ton biogent koldioxid, och kommer därför vara mycket viktig för kommunen. Däremot bör inte CCS prioriteras eftersom genomförandet av miljökvalitetsmålen inte gynnas av detta, samt på grund av osäkerhet och risker som finns med tekniken. Vidare kan våtmarker anläggas inom kommunen som förutom kan kompensera för utsläpp genererar flera ekosystemtjänster. Enbart skyddad skog bör användas som klimatkompensation. Därför bör det ses över om mer skog inom kommunen kan bli skyddad, och här finns det stor potential att snabbt och effektivt skapa en stor kolsänka inom kommunen. Biokol kan med fördel användas i jordbruksmark och vid plantering av träd. Eftersom Helsingborg är en jordbrukskommun är det optimalt att tillsätta biokol i jordbruksmarken. Den sista slutsatsen som dras av studien är att ekologiska klimatkompensationer är det bästa alternativet som förutom att kompensera för utsläpp, genererar flera nyttor för kommunen.

**Nyckelord:** Helsingborgs kommun; kolsänkor; kolbindning; kommunallagen; klimatkompensation.

# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introduktion</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1 Syfte, mål och frågeställningar                                      | 7         |
| 1.2 Bakgrund och tidigare forskning                                      | 7         |
| 1.2.1 Litteraturgenomgång  | 7         |
| 1.2.2 Helsingborgs kommun och målet om klimatneutralitet till 2030       | 8         |
| 1.2.3 Helsingborgs kommun utsläpp  | 9         |
| 1.2.4 Klimatkompensationer   | 10        |
| 1.2.5 Klimatkompensationer ur en kommuns perspektiv samt juridisk hänsyn | 10        |
| 1.2.6 Våtmark  | 11        |
| 1.2.7 Biokol   | 12        |
| 1.2.8 Koldioxidavskiljning och lagring (CCS)                             | 13        |
| 1.2.9 Träd och skog  | 14        |
| <b>2. Metod</b>  | <b>15</b> |
| 2.1 Avgränsningar och antaganden   | 15        |
| 2.2 Datainsamling  | 15        |
| 2.3 Intervjustudier  | 16        |
| 2.4 Metoddiskussion  | 17        |
| 2.4.1 Etik   | 18        |
| <b>3. Resultat</b>   | <b>18</b> |
| 3.1 Kommunallagen och generella lagar och bestämmelser                   | 18        |
| 3.2 Våtmark  | 20        |
| 3.3 Biokol   | 22        |
| 3.4 Koldioxidavskiljning och lagring                                     | 24        |
| 3.5 Träd och skog  | 26        |
| 3.5.1 Träd i stadsmiljö  | 26        |
| 3.5.2 Skog   | 26        |
| 3.6 Total klimatkompensation   | 28        |
| 3.7 Sveriges miljökvalitetsmål   | 29        |
| 3.8 Finansiering av klimatkompensationer                                 | 32        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.8.1 Principen förorenaren betalar                    | 34        |
| <b>4. Diskussion</b>                                   | <b>34</b> |
| 4.1 Våtmark  | 34        |
| 4.1.1 Potentialen att kompensera för kommunens utsläpp | 36        |
| 4.2 Biokol   | 36        |
| 4.2.1 Lagen om offentlig upphandling                   | 38        |
| 4.2.2 Att enbart använda kolsänkan utan produkten      | 38        |
| 4.2.3 Potentialen att kompensera för kommunens utsläpp | 38        |
| 4.3 Koldioxidavskiljning och lagring                   | 39        |
| 4.3.1 Potentialen att kompensera för kommunens utsläpp | 40        |
| 4.4 Träd och skog                                      | 40        |
| 4.4.1 Potentialen att kompensera för kommunens utsläpp | 42        |
| 4.5 Rekommendationer och vidare utredningar            | 42        |
| <b>5. Slutsatser</b>                                   | <b>44</b> |
| <b>Referenslista</b>                                   | <b>45</b> |
| <b>Bilagor</b>   | <b>51</b> |

# Tabellförteckning

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabell 1.</b> <i>Sammanställer generella lagar och bestämmelser som kommunen måste förhålla sig till</i> .....  | 19 |
| <b>Tabell 2.</b> <i>Sammanställer antalet anlagda våtmarker som finns inom Helsingborgs kommun, hur stora de är beräknat i hektar samt hur mycket koldioxid de uppskattningsvis binder</i> ..... | 21 |
| <b>Tabell 3.</b> <i>Sammanställer de juridiska aspekterna kommunen måste förhålla sig till vid användning av våtmarker som klimatkompensation</i> .....  | 22 |
| <b>Tabell 4.</b> <i>Sammanställer det viktigaste utfallet av intervjun med L. Landén (biokol)</i> .....  | 22 |
| <b>Tabell 5.</b> <i>Sammanställer det viktigaste utfallet av intervjun med T. Ydén (CCS)</i> .....   | 24 |
| <b>Tabell 6.</b> <i>Sammanställer mängden skog som finns inom kommunen, samt hur mycket CO2 den uppskattningsvis binder</i> .....  | 26 |
| <b>Tabell 7.</b> <i>Sammanställer hur stor del av utsläppen varje undersökt metod kan kompensera för</i> .....   | 28 |
| <b>Tabell 8.</b> <i>Redovisar om och hur de undersökta klimatkompensationerna bidrar till att uppfylla miljökvalitetsmålen</i> .....   | 29 |
| <b>Tabell 9.</b> <i>Rekommendationer på riktlinjer för inköp av kolsänkor</i> .....  | 33 |
| <b>Tabell 10.</b> <i>Sammanfattar det viktigaste utfallet av studien och ger rekommendationer till kommunens framtida arbete med klimatkompensationer</i> .....                                  | 43 |

# 1. Introduktion

Mänsklig aktivitet innebär en stor belastning på jorden och med ett samhälle som ständigt utvecklas med ständig efterfrågan på produkter och tjänster ökar belastningen. Innan de mänskliga aktiviteterna började påverka vårt klimat tog kolets kretslopp hand om koldioxiden i atmosfären (Eco Tree, 2021). När kolets kretslopp fungerar som det ska tar de hand om koldioxidutsläppen och balanserar upp dem genom fotosyntesen utan att orsaka klimatförändringar (Eco Tree, 2021). De mänskliga aktiviteterna har idag rubbat den naturliga balansen och genom stora växthusgasutsläpp som människan bidrar med kan kolets kretslopp inte längre hantera all koldioxid i atmosfären (Eco Tree, 2021), och istället skapas växthuseffekten som bidrar till den globala uppvärmningen.

Växthuseffekten förekommer naturligt och är vital för allt liv på jorden (Naturskyddsföreningen, 2022). En av de viktigaste växthusgaserna är koldioxid ( $CO_2$ ) som förekommer naturligt i atmosfären och är nödvändig för att bland annat fotosyntesen ska fungera (Naturvårdsverket, u.å.). Koldioxid är den främsta växthusgasen som orsakar klimatproblem, men det har inte alltid varit så. Mänsklig aktivitet bidrar till en ökning av växthusgaser i atmosfären. Enbart Sverige släppte under år 2021 ut 47,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Naturvårdsverket, u.å.), jämfört med Norge som under samma år släppte ut 33,4 miljoner ton (Statista, 2023). När mängden växthusgaser i atmosfären ökar förstärks växthuseffekten (Naturskyddsföreningen, 2022), vilket är orsaken till de klimatförändringar som vi upplever idag. Det är därför av stor vikt att alla länder som kan göra något, gör allt de kan för att sänka utsläppen och skapar och bevarar kolsänkor som kan hjälpa till att vända den negativa utveckling som vi ser idag (Eco Tree, 2021). Kommuner har en avgörande roll i klimatomställningen (Viable Cities, u.å.) och har stora möjligheter att reducera sina utsläpp av växthusgaser. Idag har 23 svenska städer tagit sig an målet om att bli klimatneutrala till 2030 (Viable Cities, u.å.), ett ambitiöst mål som kommer vara avgörande för framtiden. Klimatneutralitet syftar till att reducera utsläppen till noll alternativt minimera dem så långt det är möjligt. De utsläpp som inte är möjliga att ta bort ska kompenseras för genom till exempel kolsänkor. Idag är behovet av att skapa naturliga kolsänkor såsom våtmarker och skog stort, eftersom dessa är vitala för att nå nettonollutsläpp (Socialdemokraterna, 2019).

För att vi ska ha möjlighet att uppnå Paris-avtalets mål om att hålla den globala medeltemperaturen på eller under 1,5 grader krävs det att städer och kommuner tar ansvar och gör allt de kan för att ställa om till hållbara och klimatneutrala städer (Viable Cities, u.å.). Klimatkompensationer är en viktig del i arbetet för att nå klimatneutralitet eftersom många av utsläppen som städerna bidrar med är omöjliga att minska till noll. Hur en kommun kan och får klimatkompensera styrs bland annat av kommunallagen (2017:725) och miljöbalken (1998:808). Exakt hur juridiken styr kommunernas möjligheter att klimatkompensera är idag oklart. Denna rapport granskar av denna anledning klimatkompensationer ur en kommuns perspektiv och syftar till att skapa mer tydlighet inom området för att gynna det framtida arbetet med klimatkompensationer.

## 1.1 Syfte, mål och frågeställning

Syftet med denna rapport är att undersöka klimatkompensationer och hur de kan användas inom Helsingborgs kommun. Dessutom syftar rapporten till att granska hur de rättsliga förutsättningarna ser ut. Syftet är även att genom studien skapa tydlighet inom området och genom detta ta fram underlag till Helsingborg kommuns framtida arbete med klimatkompenserande åtgärder.

Målet med studien är att besvara följande frågeställningar:

- Hur kan Helsingborgs kommun klimatkompensera för sina utsläpp med hjälp av våtmark, biokol, CCS, träd och skog?
- Bidrar dessa till genomförandet av Sveriges miljö kvalitetsmål?

## 1.2 Bakgrund och tidigare forskning

### 1.2.1 Litteraturgenomgång

Det finns ingen tidigare forskning om klimatkompensationer ur en kommuns perspektiv. Däremot finns det tidigare forskning om kolsänkor och kolbindning för att dämpa effekterna av klimatförändringarna. Enligt Sundquist et al. (2008) är kolbindning ett begrepp som beskriver naturliga och avsiktliga processer där  $CO_2$  antingen avlägsnas från atmosfären eller avleds från utsläppskällor och lagras.

Biologisk kollagring uppnås genom skogs- och markvårdsmetoder som förbättrar kolbindningen och kan ske genom bland annat skogsplantering och våtmarksarbete (Sundquits



et al., 2008). Kolsänkor som binder  $CO_2$  har en mycket viktig roll för kolcykeln (Lal, 2008). Terrestra ekosystem fungerar som en stor kolsänka tack vare fotosyntesen och lagring av  $CO_2$  i levande och dött organiskt material (Lal, 2008). De främsta terrestra kolsänkor är skogar, jordar och våtmarker som bidrar med flera vitala ekosystemtjänster (Lal, 2008). Enligt Lal (2008) finns omkring 40% av de antropogena  $CO_2$ -utsläppen kvar i atmosfären. Utan terrestra kolsänkor hade denna siffra varit betydligt högre.

En metod för att skapa kollagring kan även ske genom att fånga upp  $CO_2$  från till exempel avfallsförbränning och lagra det under havsbotten (Sundquits et al., 2008). Denna process kallas för CCS. Enligt Boot-Handford et al. (2014) avser CCS ett antal tekniker som i något skede fångar upp koldioxid från förbränning, och enligt Haszeldine (2009) kan CCS-tekniken minska de globala utsläppen från energi med 20%.

### 1.2.2 Helsingborgs kommun och målet om klimatneutralitet till 2030

Helsingborg är en kommun i nordvästra Skåne län med 150 109 invånare beräknat vid årsskiftet 2021/2022 (Helsingborg, 2022). Det är en kommun som till stor del består av jordbruksmark (75%) och en liten del skogs- och öppen gräsmark (10%) (Länsstyrelsen, 2022). Helsingborgs kommun har högt uppsatta miljömål och är en av 100 utvalda städer inom EU som ska gå före i arbetet med att ställa om till att bli klimatneutrala senast år 2030 (Helsingborg, u.å.). Klimatneutralitet syftar till att uppnå netto nollutsläpp av växthusgaser genom att antingen sänka utsläppen till noll eller genom att kompensera för utsläppen genom att balansera dem så de är lika med, eller mindre än noll utsläpp (UNFCCC, 2021). Netto nollutsläpp uppnås genom neutralisering av de växthusgaser som släpps ut i atmosfären, vilket kan göras genom kolbindning eller andra kompenserande åtgärder (European Council, 2022).

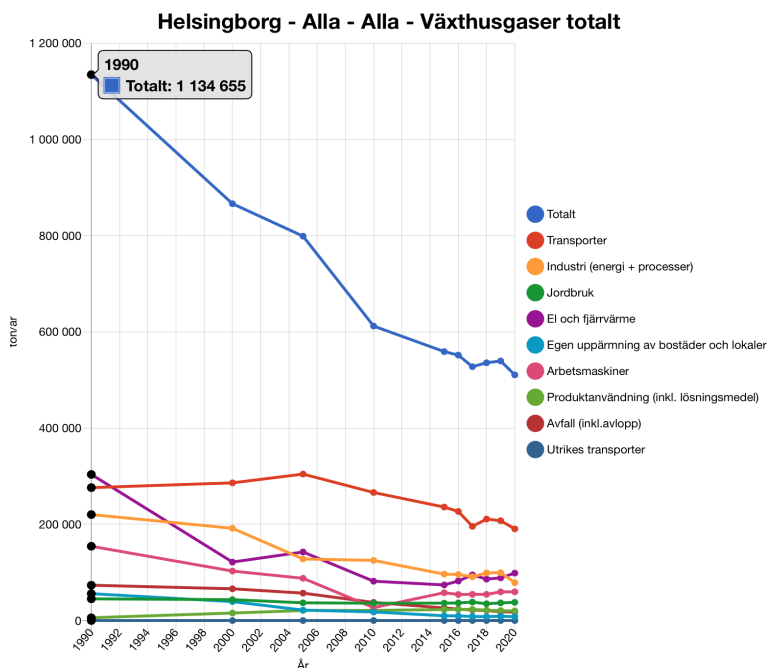
Klimatkompensationer kan användas av kommunen för att ta ansvar för de utsläpp som de inte kan undvika eller minska på annat sätt (Klimatkompensera, u.å.), och är en mycket viktig metod i kommunens miljöarbete.

I dag finns det tre sätt att klimatkompensera på den svenska marknaden; handel med utsläppsrätter, klimatkompensation genom FN-reglerade CDM-projekt (Clean Development Mechanism), samt genom oreglerade projekt där man betalar för utsläppsminskande åtgärder

(Klimatkompensera, u.å.). Däremot finns kommunallagen som kan begränsa kommunernas möjligheter att klimatkompensera. Kommunallagen syftar till att reglera kommuners och regioners självstyrning (FMH, 2020), och enligt en tolkning av Sveriges Kommuner och Regioner (SKR) begränsar kommunallagen kommuners möjligheter att klimatkompensera utanför kommunens geografiska gränser (Socialdemokraterna, 2019), vilket har skapat mycket otydlighet inom området.

### 1.2.3 Helsingborg kommuns utsläpp

Inom Helsingborgs kommun släpps det årligen ut cirka 500 000 ton koldioxidekvivalenter (Helsingborg, u.å.). Sedan år 1990 har utsläppen minskat med 55% trots att befolkningen ökat med cirka 40 000 under samma period (Helsingborg, u.å.). I genomsnitt har svenska kommuner minskat sina utsläpp med 30% under samma period (Helsingborg, u.å.), vilket innebär att Helsingborgs kommun har minskat sina utsläpp med 25% mer än den genomsnittliga kommunen i Sverige sedan 1990.



För att Helsingborgs kommun ska uppnå sitt mål med att bli klimatneutralt till år 2030 ska de sänka sina utsläpp med *minst* 85% jämfört med referensåret 1990, och resterande 15% ska kompenseras för.

*Bilaga 1. Visar totala mängden växthusgasutsläpp från år 1990 (nationella emissionsdatabasen, u.å.).*

### 1.2.4 Klimatkompensationer

Klimatkompensationer innebär att man kompenserar för de utsläpp som man bidrar med genom att till exempel betala för att den mängden utsläpp minskar någon annanstans (Naturskyddsföreningen, 2021). Det handlar om finansiering av åtgärder utanför den plats där utsläppen sker som leder till att utsläppen som kompenseras för reduceras till 0 (Klimatkompensera, u.å.). Det kan handla om att bidra ekonomiskt till trädplantering som tar upp  $CO_2$  från atmosfären och binder det i träden och marken via fotosyntesen (Skogsstyrelsen, 2021) som på så sätt kan kompensera för vissa utsläpp. Det kan även handla om att investera i kolsänkor. En kolsänka är en källa som tar upp  $CO_2$  från atmosfären och binder det och genom att binda mer  $CO_2$  än vad källan släpper ut skapas en kolsänka. Kolsänkor är viktiga för att bekämpa klimatförändringarna eftersom de genom kolbindning kan ta bort en viss del av  $CO_2$ -utsläppen från atmosfären och på så vis minska belastningen på jorden (Eco Tree, 2021). Många av de kolsänkor som finns är naturliga och hittas i naturen, till exempel skogar, våtmarker, havet och växtligheten (Eco Tree, 2021).

### 1.2.5 Klimatkompensationer ur en kommuns perspektiv samt juridisk hänsyn

Hur en kommun får klimatkompensera är idag otydligt. SKR har gått ut med att det är juridiskt godkänt för kommuner att klimatkompensera i samband med tjänster eller varor som till exempel kompensera för en flygresor (Klimatkompensera, u.å.).

Fristående klimatkompensationer råder det däremot större oklarhet i eftersom kommunallagen enligt SKR:s tolkning starkt begränsar kommunernas möjligheter att klimatkompensera utomlands (Socialdemokraterna, 2019) eftersom det då innebär att åtgärden sker utanför kommunens geografiska gränser och inte bidrar med någon direkt nytta för kommuninvånarna (Klimatkompensera, u.å.). Däremot om en kommun skulle klimatkompensera med CDM-projekt och utformas som en tjänst bör det enligt Klimatkompensera (u.å.) inte finnas några juridiska hinder. Detta eftersom upphandlingsenheten i detta fall handlar upp att leverantörer ska klimatkompensera de varor eller tjänster som köps in.

CDM-projekt tillåter ett land med utsläppsminskande- och/eller utsläppsbegränsande åtagande enligt Kyotoprotokollet att genomföra utsläppsminskande åtgärder i

utvecklingsländer (UNFCCC, u.å.). CDM-projekt kan skapa omsättbara krediter för CER (Certified Emission Reduction) där varje kredit motsvarar 1 ton  $CO_2$  (UNFCCC, u.å.). Dessa projekt kan innefatta projekt med utbyggnad av solceller på landsbygd eller plantering av träd och skog utomlands (UNFCCC, u.å.). Det är däremot viktigt att påpeka att solceller inte skapar negativa utsläpp utan är ett sätt att undvika utsläpp. Negativa utsläpp är en åtgärd för att ta bort  $CO_2$  från atmosfären för lagring (ISO, 2023). Med andra ord är negativa utsläpp en grund för att skapa en klimatkompensation, och eftersom solceller inte skapar negativa utsläpp kan dessa inte räknas som en klimatkompenserande åtgärd.

### 1.2.6 Våtmark

Våtmarker är artrika miljöer där vatten finns nära under, i eller tätt över markytan under större delen av året (Naturvårdsverket, u.å.). Våtmarker är även områden där vegetation kan växa i vatten och innefattar ofta ett högt biologiskt värde, och bidrar med flera vitala ekosystemtjänster (Naturvårdsverket, u.å.).

Våtmarker har förmågan att binda  $CO_2$  och kan därav fungera som en så kallad kolsänka (Naturvårdsverket, u.å.).

Våtmarker som befinner sig i ett orört tillstånd kallas torvmarker och dessa skapas under långa tidsperioder eftersom det organiska materialet inte bryts ner i den blöta och syrefattiga miljön (Naturvårdsverket, u.å.). Det organiska materialet som finns i våtmarker består av stora mängder kol och kan fortsätta bildas under lång tid så länge marken bibehåller sin blöta miljö (Naturvårdsverket, u.å.). Våtmarker kan binda stora mängder  $CO_2$  men eftersom de består av en syrefattig miljö släpper de även ut metan ( $CH_4$ ), en stark växthusgas som bidrar till att förstärka växthuseffekten (Naturvårdsverket, u.å.).  $CH_4$ -utsläppen från våtmarker produceras genom mikrobiell aktivitet (News Center, 2020) och enligt USGS (2020) släpper naturliga våtmarker ut ungefär 30% av de årliga utsläppen av  $CH_4$  globalt. Till skillnad från  $CO_2$  är  $CH_4$  en växthusgas med relativt kort livslängd som snabbare bryts ner i atmosfären (Naturskyddsföreningen, 2022). På grund av att  $CH_4$  har kortare livslängd än  $CO_2$ , samt eftersom upptaget av  $CO_2$  är större än metanutsläppen, anses våtmarker ändå bidra med klimatnytta (Naturvårdsverket, u.å.). Orörda våtmarker innefattar förutom torvmark även mossar, kärr och blandmyr (Naturvårdsverket, u.å.).

När våtmarker dräneras på vatten och vattennivån sänks, förlorar våtmarken den syrefattiga miljön. När syre släpps fram till torven som finns i våtmarken börjar det organiska materialet brytas ned vilket bildar  $CO_2$  som släpps ut i atmosfären (Naturvårdsverket, u.å.).

Om våtmarken även är mycket näringsrik kan det vid dränering även resultera i betydande utsläpp av lustgas ( $N_2O$ ) (Naturvårdsverket, u.å.), en mycket stark växthusgas som är 298 gånger starkare än  $CO_2$  beräknat på 100 år (Naturskyddsföreningen, 2022).

Genom att återställa (återväta) gamla dränerade våtmarker kan man minska mängden  $CO_2$  och  $N_2O$ -utsläpp, men resulterar samtidigt i ökade utsläpp av  $CH_4$  (på kort sikt) (Naturvårdsverket, u.å.). Genom att återväta våtmarker återställer man de ursprungliga förhållandena och våtmarken återför sin näringsrika- och blöta miljö, och så småningom kommer våtmarken återigen generera klimatnytta (Naturvårdsverket, u.å.).

Enligt en undersökning från The Conservation Fund (u.å.) uppskattas våtmarker binda mellan 81 till 216 ton  $CO_2/ha/år$  beroende på var den finns och vilken typ av våtmark det är. Samtidigt visar en studie av Nowak (2021) att anlagda våtmarker i södra Sverige i genomsnitt binder 48,94 ton/hektar/år.

### 1.2.7 Biokol

Biokol är ett ämne som skapas vid pyrolys vilket är en process där organiskt material bryts ner under syrefria förhållanden mellan 350 och 1 000 grader Celsius (Biokol, 2023). Det organiska materialet kan vid tillverkningen bestå av bland annat restprodukter från frörens och andra skörderester från jordbruk eller avfall, trä, alger och/eller trädgårdsavfall (Biokol, 2023). När biokol skapas behålls många av råmaterialets egenskaper vilket innebär att poröst råmaterial bibehåller sin porositet och kan därför ha höga vattenhållande och näringshållande egenskaper (Biokol, 2023). En viktig aspekt som skiljer biokol från organiskt material är att biokol inte bryts ner, vilket ökar förutsättningar för stabila och förutsägbara vegetationssystem (Biokol, 2023).

Biokol har flera användningsområden men fungerar idag främst som ett klimatsmart förbättringsmedel till jord eftersom det förbättrar jordstrukturen, tillför näring, förbättrar odlingsförhållanden och kan minska mängden bevattning som krävs (Biokol, 2023).

Biokol har även förmågan att lagra kväve (N) och binda skadliga ämnen såsom kadmium (Cd) eftersom ämnet binds till kolatomerna och oskadliggörs (Wexthuset, 2019). Biokol kan även främja mikroorganismer genom att bidra med livsmiljöer (Wexthuset, 2019).

Detta innebär att mängden mikroorganismer vanligtvis ökar när biokol tillsätts (Biokol, 2023), vilket är viktigt för den biologiska mångfalden, samt för funktionen av det naturliga kretsloppet.

Förutom att biokol bidrar med flera klimatpositiva åtgärder för jordens egenskaper fungerar ämnet även som en kolsänka. Hur väl biokol kan lagra  $CO_2$  beror på flera aspekter. Biokol som skapas under höga temperaturer har bättre förutsättningar för kolbindning än biokol som framställs under lägre temperaturer (Brassard et al., 2016). Däremot har biokol som framställts under lägre temperaturer generellt sett bättre jordförbättrande egenskaper (Downie et al., 2009).

Genom att tillföra biokol i mark och jord kan kolsänkor i mark skapas, och halveringstiden beräknas vara mellan 150 och 5 000 år (Biokol, 2023). Detta innebär att biokol är en stabil och långsiktig kolsänka som bidrar till att sänka utsläppen på lång sikt (Biokol, 2023). Exakt hur länge de tillförda biokolet i marken fortsätter fungera som en kolsänka är omöjligt att beräkna eftersom det beror på flera olika faktorer, men i de flesta fallen handlar det om hundratals år men det kan ha förmågan att binda kol upp till flera tusen år (Biokol, 2023).

### 1.2.8 Koldioxidavskiljning och lagring (CCS)

CCS står för Carbon Capture and Storage, koldioxidavskiljning och lagring på svenska och är en viktig del av EU:s klimatpolitik (Naturvårdsverket, u.å.). Enligt Öresundskraft (u.å.) är CCS en *“teknik som kan användas för att effektivt och storskaligt fånga in och slutförvara koldioxid från skorstensröken vid till exempel avfallsförbränning. Därefter komprimeras och transporteras koldioxiden för permanent slutförvaring under havsbotten i till exempel Nordsjön”*. Begreppet Bio-CCS står för avskiljning och lagring av koldioxid från förnybara källor (Energimyndigheten, 2022), men innebär samma tekniker som för CCS. Bio-CCS kan även benämnas som BECCS (Bio Energy CCS) (Naturvårdsverket, u.å.), men kommer i denna rapport benämnas som Bio-CCS.

Det första steget i processen är att avskilja  $CO_2$  från rökgaser som uppstår vid förbränning (Energimyndigheten, 2022). Detta sker genom att  $CO_2$  pressas samman under högt tryck för att minska i massa och slutligen bli näst intill helt flytande (Energimyndigheten, 2022).

Det nästa steget är att transportera den avskilda  $CO_2$  via antingen rörledningar, fartyg, tåg eller tankbil (Energimyndigheten, 2022).

Var koldioxiden transporteras och slutligen hamnar kan variera. Oftast mellanlagras det i en behållande i nära anslutning till anläggningen eller i en hamn för att invänta transporten till den permanenta lagringsplatsen (Energimyndigheten, 2022). Den permanenta lagringsplatsen är flera kilometer under havets botten i geologiska formationer där det till slut förvandlas till sten (Energimyndigheten, u.å.).

### 1.2.9 Träd och skog

Träd och skog är viktiga för klimatet och bidrar med flera vitala tjänster för både oss människor och miljön. När skogen växer tas  $CO_2$  upp från atmosfären och binds i träden och marken via fotosyntesen (Skogsstyrelsen, 2021).

Ur ett klimatperspektiv är skogsplantering det mest kostnadseffektiva sättet att öka biologiska kolsänkor i mark på lång sikt eftersom små trädplantor kan användas och ingen strukturjord behöver tillverkas (Dubber, 2021). Ny skog har däremot svårt att binda  $CO_2$  eftersom det tar flera år innan träden växer och kan lagra  $CO_2$  (Dubber, 2021). De första 5-10 åren bidrar den nya skogen inte till någon märkbar kolinlagring (Dubber, 2021). När skogen är runt 25 år är tillväxten som störst och då har skogen stor potential att binda stora mängder  $CO_2$  (Dubber, 2021).

Träd som planteras och växer i stadsmiljö är även viktiga eftersom de bidrar till grönska, skapar rekreation och ökat välmående för stadens invånare. De bidrar med flera estetiska fördelar för städerna samtidigt som de har flera klimatpositiva effekter genom att de bland annat tar bort luftföroreningar och förbättrar luftkvaliteten, främjar biologisk mångfald, minimerar buller, minskar översvänningsrisker och bidrar med skugga och reglerar temperaturen.

## 2. Metod

### 2.1 Avgränsningar och antaganden

Rapporten är begränsad till att undersöka hur Helsingborgs kommun kan klimatkompensera för 15% av kommunens totala utsläpp jämfört med 1990. Rapporten granskar 5 metoder för att kompensera för utsläpp: våtmark, biokol, CCS samt träd och skog. Inom ramen för dessa har studien granskat hur dessa kan användas som klimatkompensation, hur stor potential dessa har samt vilka juridiska aspekter som är av stor vikt för kommunen att beakta. Studien har inte analyserat eller granskat juridiken själv utan är baserad på möten och intervjustudier med jurister. Vidare granskning av juridiska aspekter täcks inte av studien. På grund av tidsbrist har ytterligare kolsänkor eller metoder för att kompensera för utsläpp inte undersökts. All information om kolbindning för skogen inom kommunen är baserat på information från den ekolog som studien varit i kontakt med, som uppskattat mängden med hjälp av beräkningar från bland annat Naturvårdsverket. Studien har inte gjort några egna beräkningar på detta.

Antaganden för kolbindning har gjorts för våtmarker. Detta eftersom det inte finns tidigare beräkning på detta inom Helsingborg. Enligt Nowak (2021), är den genomsnittliga kolbindningen för anlagda våtmarker i södra Sverige 48,94 ton/hektar/år, och därför har denna information använts för att uppskatta kolbindningen i våtmarkerna. Vidare har antagningar för kolbindningen i biokol gjorts. Studien antar att biokol binder 2,5 ton  $CO_2$ /ton biokol.

### 2.2 Datainsamling

Datainsamlingen för denna rapport har skett i nära samarbete med Helsingborgs kommun. Den 27 februari 2023 skedde ett studiebesök på NSRs biokolsanläggning i Helsingborg. En projektledare visade hur anläggningen och processen fungerar i praktiken. Studiebesöket tog drygt två timmar och innefattade även en intervjustudie. Den 23 mars 2023 inträffade ett två timmar långt seminarium på Öresundskrafts CCS-anläggning i Helsingborg. Där inledningsvis en presentation om anläggningen skedde för att sedan gå en guidad rundtur på anläggningen. Den information som samlades in på seminariet har lagt grunden för den



intervjustudie som sedan genomfördes med en affärsutvecklare inom energisystem på Öresundskraft.

En mailkonversation med Länsstyrelsen Skåne har även skett för att samla in data om kommunens möjligheter att köpa skog i annan kommun för att skydda den som egen och använda den som klimatkompensation. Mailkonversationen ägde rum den 23 mars. Den 29 mars 2023 skedde en mailkonversation med en ekolog på Helsingborgs kommun. Konversationen berörde skogen inom kommunen. Den 31 Maj skedde ett digitalt möte med ekologen för att diskutera frågan ytterligare.

## 2.3 Intervjustudier

Sammanlagt har sju intervjuer ägt rum under våren 2023 som till stor del lagt grunden för studiens resultat. Den första intervjun ägde rum den 23 februari med en jurist på Helsingborgs kommun. Intervjun genomfördes strukturerat där intervjufrågorna skickades på mail en vecka innan. Intervjun skedde digitalt och handlade om juridiska aspekter som kommunen bör ha i åtanke om de använder våtmark, biokol, CCS-tekniken och skog som klimatkompensation. Den andra intervjun ägde rum den 27 februari på NSRs biokolsanläggning i Helsingborg. Intervjun genomfördes strukturerat och berörde biokol. Den tredje intervjun ägde rum den 6 mars med en vattenplanerare på Helsingborgs kommun. Intervjun genomfördes semistrukturerat där intervjufrågorna skickades på mail en vecka innan. Intervjun berörde våtmarker. Den fjärde intervjun genomfördes den 8 mars med en landskapsarkitekt på Helsingborgs kommun. Denna intervju genomfördes semistrukturerat och berörde träd i stadsmiljö. Den 13 mars genomfördes den femte intervjun med två personer från upphandlingsenheten på Helsingborgs kommun. Intervjun genomfördes strukturerat och berörde lagen om offentlig upphandling (LOU) (2016:1145). Den 24 mars genomfördes den sjätte intervjun med en miljöstrateg på Helsingborgs kommun. Denna intervju berörde även våtmarker. Denna intervju genomfördes ostrukturerad där intervjufrågorna skickades på mail en vecka innan. Ett kompletterande möte med miljöstrateg skedde den 31 mars. Den sjunde intervjun genomfördes den 30 mars digitalt med en affärsutvecklare inom energisystem på Öresundskraft där CCS-tekniken diskuterades. Intervjun genomfördes ostrukturerad.

## 2.4 Metoddiskussion

Insamlingen av informationen kan anses vara trovärdig eftersom en oberoende granskning har genomförts utan att värderas eller påverkas under arbetets gång. Eftersom flera intervjuer och möten med olika personer med olika kunskapsområden har genomförts har en stor mängd information samlats in. Detta har resulterat i att en stor mängd data från flera olika perspektiv samlats in och granskats vilket breddar studiens perspektiv och omfång. Genom att samla in, granska och jämföra data från flera olika källor ökar studiens trovärdighet. Den intervjustudie som gjorts har genomförts med personer med hög kompetens inom området. Det är däremot viktigt att komma ihåg att de personer som intervjuats arbetar i nära relation till frågorna och därför kan svaren vara värderade av personliga åsikter och därför kan trovärdigheten variera. Skulle samma intervjustudie genomföras om några år kommer svaren förmodligen se annorlunda ut eftersom både teknik och forskning går framåt, såväl som att personliga åsikter och kunskaper förändras med tiden. Studiens resultat är generaliserbart eftersom det kan appliceras på fler kommuner än enbart den kommun som granskats. All datainsamling är gjord utifrån Helsingborgs perspektiv men trots detta kan resultatet appliceras på andra kommuner, särskilt för de juridiska aspekterna och hur en kommun får och kan kompensera för utsläpp. Denna information är relevant för samtliga svenska kommuner och därför kan studiens resultat generaliseras till andra kommuner.

Summan som använts för att uppskatta kolbindningen hos de anlagda våtmarkerna i Helsingborg är baserat på siffror från Nowak (2021), ett examensarbete på masternivå. Detta innebär att denna informationen kommer från en students undersökning vilket kan innebära att siffran inte är korrekt. Denna studie har trots detta valt att använda denna siffra eftersom andra siffror inte kunde finnas som var relevanta för anlagda våtmarker i Skåne län, som denna studie fokuserar på. Om den siffra som presenteras i studien är korrekt eller inte är i dagsläget omöjligt att svara på då en vidare undersökning av detta inte täcks av studien.

Eftersom studien har avgränsats till våtmarker, biokol, CCS, samt träd och skog faller flera viktiga klimatkompensation-metoder bort. Eftersom fler klimatkompensationer inte omfattas av studien kan det finnas fler metoder som är av relevans för kommunen, eller som skulle fungera bättre ur den granskade kommunens perspektiv. Antaganden som gjorts är inte exakta och kan därför innebära att de beräkningar som studiens resultat visar är fel.

### 2.4.1 Etik

Av etiska skäl har studien valt att inte skriva ut namn på de personer som studien varit i kontakt med och enbart skriva vilken yrkesroll dessa har. Eftersom det finns risk för att studien har missuppfattat information eller att personer oavsiktligt lämnar ut fel information som studien sedan återger, kan detta skada personen yrkesmässigt. Genom att anonymisera personerna i fråga kan information som studien återger inte direkt kopplas till berörda personer.

## 3. Resultat

### 3.1 Kommunallagen och generella lagar och bestämmelser

Hur en kommun får klimatkompensera styrs till stor del av kommunallagen (2017:725), och det är främst 2 kap. 1§ kommunen måste ta hänsyn till: *“Kommuner och regioner får själva ha hand om angelägenheter av allmänt intresse som har anknytning till kommunens eller regionens område eller deras medlemmar. Lag (2019:835)”*.

Detta innebär att klimatkompensationer som kommunen utför ska ske inom de kommunala gränserna och ge tillbaka en nytta till kommuninvånarna. Det är denna grundprincip som gäller oavsett vilken typ av klimatkompensation kommunen väljer att arbeta med. Därför är det viktigt att varje tänkbar metod bedöms om det är förenligt med denna bestämmelse. Vissa metoder såsom att anlägga våtmarker inom kommunen är alltså förenligt med principen medan skogsplantering i ett annat land inte är det eftersom det inte har en anknytning till kommunens område eller dess invånare. Den sistnämnda typen av klimatkompensation kommer aldrig vara tillåtet av kommunen utan en ändring i lagstiftningen.

Vissa metoder kan hamna i ett mellanläge där det inte är självklart om metoden är förenlig med bestämmelsen eller inte. Det är därför viktigt att noggrant avväga varje metod och rådfråga jurister och andra personer med relevant erfarenhet inom ämnet.

Det är även viktigt att kommunen förmedlar nyttan med varje klimatkompensation till kommuninvånarna eftersom det är kommuninvånarna som kan överklaga beslutet. Detta kan resultera i att frågan hamnar i domstol som till sist avgör om klimatkompensationen är kommuninvånarna till nytta eller inte (jurist, personlig kommunikation, 23 februari, 2023).

**Tabell 1.** Sammanställer generella lagar och bestämmelser som kommunen måste förhålla sig till vid arbetet med klimatkompensationer (jurist, personlig kommunikation, 23 februari, 2023).

| Juridiska aspekter kommunen ska förhålla sig till | Beskrivning  |
|---|--|
| Plan och bygglagen (PBL) (2010:900)               | PBL reglerar planläggning av mark, vatten och byggande. Om kommunen vill göra något fysiskt kan PBL sätta stopp för det.   |
| Detaljplaner                                      | Detaljplaner berör fysisk planering och visar hur ett område får bebyggas och hur mark och vatten får användas. Om det gäller nya detaljplaner (från 2011 när nya PBL kom) kan de sätta stopp för vissa saker eftersom begreppet "bygga" har förändrats. Förändringar i detaljplan kan däremot göras om ändringen är förenlig med planens syfte och övriga planbestämmelser. |
| Konkurrenslagen (2008:579)                        | Konkurrenslagen syftar till att skapa en jämlik och effektiv konkurrens och eftersom kommuner verkar under andra förutsättningar än privata företag kan konkurrenslagen begränsa kommunen från att sälja tjänster som begränsar konkurrensen.  |
| Lokaliseringsprincipen                            | Klimatkompensationer ska vara lokaliserat så det är till nytta för kommuninvånarna, med hänsyn till människors hälsa och miljö.  |
| Likställighetsprincipen (2019:835)                | Alla ska behandlas lika om det inte finns sakliga skäl för annat.  |
| Stöd till enskild näringsidkare                   | Kommuner får generellt inte ge stöd åt enskilda näringsidkare. Undantag finns däremot om man ser att det ger direkt nytta till kommuninvånarna, som uttrycks som synnerliga skäl.  |
| Självkostnadsprincipen                            | En kommun får inte gå med vinst, avgifterna får aldrig överstiga kostnaderna.  |
| Lagen om offentlig upphandling (LOU) (2016:1145)  | Klimatkompensationer kommer förmodligen upphandlas enligt LOU.   |

## 3.2 Våtmark

Våtmarker är mycket produktiva miljöer och fungerar som en naturlig kolsänka som förutom att binda  $CO_2$  bidrar med flera vitala ekosystemtjänster. Våtmarker som dränerats förlorar den syrefattiga miljön och det organiska materialet som finns i våtmarkerna syresätts och börjar brytas ned vilket resulterar i att  $CO_2$  bildas och släpps ut i atmosfären. Det är önskvärt att arbeta med att återställa gamla våtmarker och genom det avbryta nedbrytningen och behålla kolet bundet och på så vis återfå de positiva effekterna av våtmarken. De våtmarker som finns i Helsingborgs kommun har aldrig varit särskilt djupa och efter att ha varit dränerade och odlade i mer än 100 år finns inte mycket kol kvar i marken och därför är restaurering eller åtvätning inte längre ett alternativ för Helsingborgs gamla våtmarker (miljöstrateg, personlig kommunikation, 24 mars, 2023). Eftersom det inte finns några dränerade våtmarker kvar i Helsingborg som är möjliga att återställa bör därför Helsingborgs våtmarksarbete fokusera på att skapa och bevara nya våtmarker, och i Helsingborg har det anlagts omkring 100 våtmarker på grovt uppskattat 100 hektar totalt (ibid).

När en våtmark anläggs bidrar det med utsläpp av  $CH_4$  till atmosfären. Detta är inget man kan påverka. Hur mycket utsläpp av  $CH_4$  en våtmark i Helsingborg bidrar med är omöjligt att svara på, men det är troligtvis främst i början våtmarkerna släpper ut  $CH_4$ , vilket sedan stabiliseras. Trots utsläppen av  $CH_4$  genererar våtmarkerna en klimatnytta eftersom upptaget av  $CO_2$  är större. Hur mycket  $CO_2$  en våtmark binder beror på flera faktorer, bland annat var våtmarken ligger, hur stor den är och hur vegetationen ser ut. Skötsel och eventuell rensning av massor och vegetation påverkar även kolsänkan mycket. De våtmarker som anlagts i Helsingborg är i grunden dammar, men trots detta har kommunen valt att definiera dem som våtmarker (ibid). Exakt hur mycket  $CO_2$  våtmarkerna i Helsingborg binder går inte att säga då det aldrig gjorts några beräkningar på det. Av denna anledning har det uppskattats att kolbindningen för Helsingborgs våtmarker är 48,94 ton  $CO_2$ /år/ha.

**Tabell 2.** Sammanställer antalet anlagda våtmarker som finns inom Helsingborgs kommun, hur stora de är beräknat i hektar samt hur mycket koldioxid de uppskattningsvis binder och mängd metan de släpper ut.

| Antal anlagda våtmarker inom Helsingborgs kommun | Storlek (ha) | Kolbindning                                | Mängd CH <sub>4</sub> de släpper ut |
|--|--------------|--|-------------------------------------|
| 100  | 100          | 4 894 ton CO <sub>2</sub> /år <sup>1</sup> | ?                                   |

Om kommunen vill anlägga nya våtmarker på kommunalt ägd mark måste de förhålla sig till miljöbalken och de bestämmelser som finns om vattenverksamhet i kapitel 11 (jurist, personlig kommunikation, 23 februari, 2023). Det finns även regler som kommunen måste förhålla sig till vid anläggning av våtmarker och det kan även krävas tillstånd från länsstyrelsen om nya våtmarker anläggs. När våtmarker över 5 hektar anläggs krävs det en tillståndsprovning (vattenplanerare, personlig kommunikation, 6 mars, 2023). Kommunen måste även ta hänsyn till dikningsföretag vid våtmarksarbete (ibid). Om anläggandet av en våtmark innebär en påverkan på ett dikningsföretag kan det även behövas en omprovning av dikningsföretaget. Även PBL och detaljplaner behöver beaktas (ibid). Om kommunen vill antingen anlägga eller återställa en våtmark i naturreservat måste kommunen förhålla sig till de föreskrifter som finns för naturreservatet. Återställa gamla våtmarker i naturreservat ger en positiv inverkan på området men processen kan ha en tillfälligt negativ påverkan under anläggningen och därför krävs det att kommunen söker dispens för åtgärden. Dispens kan ges om det finns särskilda skäl och om dispensen är förenlig med föreskriftens syfte (ibid). Kommunallagen är även en juridisk aspekt kommunen bör förhålla sig till. Anläggs och återställs våtmarker inom kommunens gränser ger det tillbaka nytta till invånarna i form av bland annat rekreativsområden och därför bör kommunallagen inte begränsa användningen av våtmarker inom kommunen som klimatkompensation.

<sup>1</sup> Baserat på att våtmarker binder 48,94 ton/hektar/år. 100 (hektar våtmarker) x 48,94 (ton kolbindning) = 4 894

**Tabell 3.** Sammanställer de juridiska aspekterna kommunen måste förhålla sig till vid användning av våtmarker som klimatkompensation.

| Juridiska aspekter att ta hänsyn till |
|---------------------------------------|
| Tillstånd från länsstyrelsen          |
| Regleringar från dikningsföretag      |
| Regleringar i miljöbalken kap.11      |
| Föreskrifter i naturreservat          |
| Plan och bygglagen (PBL) (2010:900)   |
| Bestämmelser i detaljplaner           |
| 2 Kap. Kommunallagen                  |

### 3.3 Biokol

I Helsingborg finns det en nystartad biokol-anläggning där Nordvästra Skånes Renhållnings AB (NSR) är projektledare. Den 27 februari 2023 genomfördes ett studiebesök på biokol-anläggningen där en person intervjuades. Tabellen nedan sammanställer det viktigaste utfallet av denna intervjustudie.

**Tabell 4.** Sammanställer det viktigaste utfallet av intervjun. Intervjun berör biokol som produceras på NSR:s anläggning i Helsingborgs kommun. Vänster kolumn presenterar ämnet och höger kolumn sammanfattar resultatet från intervjun.

| Ämne   | Intervjuresultat  |
|--|---|
| Det organiska materialet som används vid framställningen av biokol | Biokolet är tillverkat av flis från det grova materialet från trädgårdsavfall som ris och grenar. Detta krossas för att ta ut det fina materialet som går vidare till kompost medan det grova blir bränsleflis till biokol. Ungefär 30 000 ton organiskt material används som kommer från de sex ägarkommunerna (Bjuv, Båstad, Höganäs, Åstorp, Ängelholm och Helsingborg). 2/3 går till kompost och 1/3 (ca. 10 000 ton) används till framställning av biokol. |

|  |   |
|--|---|
| Mängd biokol som kommer produceras från NSR:s anläggning | En årsproduktion på 1 500 ton på den befintliga anläggningen. Ungefär 1/3 av avsättningen kommer gå till ägarkommunerna varav ungefär 250 ton kommer att avsättas till Helsingborg.   |
| Mängd $CO_2$ biokol binder                               | Mellan 2-3 ton/ton biokol. Räknat på en kolbindning på 2,5 kommer dagens produktionsnivå på 1 500 ton biokol binda 3 750 ton $CO_2$ .   |
| Halveringstid  | Kan variera. Om biokol används i en träbädd, finns 80% kvar efter 100 år ungefär. Medan en annan applikation exempelvis biokol som tillsätts i betong är 100% kvar efter 100 år för då är det betydligt mer fastlagt.   |
| Kostnad  | NSR har en överenskommelse med Helsingborg stad att de ska ha ett produktionskostnadsbaserat rättvist pris mot dem. I dagsläget är priset för biokol mellan 2 000 och 3 000 kr/ $m^3$ men priset kan förändras i framtiden. På en öppen marknad är det flera faktorer som spelar roll för priset, både kolkrediterna som säljs kan påverka priset, samt mängden biokol som finns på marknaden. Priset som det ser ut i dagsläget gäller för både den öppna marknaden och kommunen men om priserna ökar i framtiden kommer kommunen förmodligen ha ett något reducerat pris jämfört med den öppna marknaden. |
| Separera kolsänkan från produkten                        | Biokol kan även separeras som produkt och kolsänka, vilket innebär att man kan köpa enbart produkten (utan kolsänkan) eller enbart kolsänkan (utan produkten). Priset för att köpa enbart kolsänkan är mellan 1 500 och 3 000 kr.   |

Biokolsanläggningen i Helsingborg har stor potential för den framtida produktionen av biokol och med en årsproduktion på 1500 ton (på den befintliga anläggningen) räknar man med att täcka hela kommunens behov av biokol. Biokolsanläggningen är en del av NSR som ägs av 6 närliggande kommuner och allt organiskt material som används i produktionen kommer från dessa kommuner vilket innebär att hela produktionskedjan sker lokalt. Helsingborgs kommun kommer ha möjlighet att köpa in omkring 250 ton biokol/år vilket i sin tur skulle ge en kolbindning på 625 ton  $CO_2$ /år beroende på användningsområde (räknat på en kolbindning på 2,5 ton).



### 3.4 Koldioxidavskiljning och lagring

Öresundskraft är ett energibolag som ägs av Helsingborgs kommun och i dagsläget är Öresundskrafts planer med att förverkliga en CCS-anläggning i full gång. CCS-anläggningen i Helsingborg kommer att vara igång år 2027 för att sedan driftsättas och optimeras under 2028. Detta innebär att anläggningen kommer att vara i full gång och brukbar efter 2028. Den 30 mars 2023 genomfördes en intervju. Tabellen nedan sammanställer det viktigaste utfallet av denna intervjustudie.

**Tabell 5.** Sammanställer det viktigaste utfallet av intervjun, där vänster kolumn presenterar ämnet och höger kolumn sammanfattar resultatet från intervjun

| Ämne                                  | Intervjuresultat  |
|---------------------------------------|---|
| Öresundskraft                         | I Helsingborg är en CCS-anläggning under konstruktion och det är Öresundskraft som ansvarar för konstruktionen och driften av denna. Öresundskraft ett energibolag ägt av Helsingborgs kommun. Anläggningen kommer att stå färdig och vara fullt brukbar efter 2028.  |
| Kostnad för anläggningen              | Anläggningen kommer att kosta 2 miljarder kronor att bygga, där man hoppas få EU-bidrag. Driftkostnaderna beräknas uppgå i 300 miljoner kronor/år.  |
| Mängd $CO_2$ som kommer samlas in     | 90% av utsläppen från avfallsförbränningen inom kommunen, vilket innebär en årlig insamling av 210 000 ton $CO_2$ . Hälften är biogent $CO_2$ och hälften fossilt $CO_2$ .  |
| Lagringsplats                         | Den permanenta lagringsplatsen för det insamlade $CO_2$ kommer vara under gamla oljeplattformar i Norge.  |
| Kolsänka                              | Den biogena delen ger upphov till negativa utsläpp och kan därför räknas som en klimatkompensation. Denna teknik kallas för Bio-CCS.  |
| CCS ur Helsingborg kommuns perspektiv | Tanken är att det kommer finnas två separata system, ett organisatoriskt och ett geografiskt. Hur det kommer fungera när anläggningen är färdig är idag inte helt utrett. Det geografiska systemet bygger på tanken att allt som genereras från anläggningen inom kommunens gränser ska kunna tillgodoräknas till stadens netto noll mål per automatik. |

CCS-tekniken kommer kunna generera stor nytta för kommunen. Det kan både genom den fossila delen sänka utsläppen och genom den biogena delen skapa negativa utsläpp. Den fossila delen kommer aldrig ge upphov till negativa utsläpp och kan därför inte räknas som en klimatkompensation, men är trots det en viktig del eftersom 100 000 ton fossilt  $CO_2$  kan årligen undvikas att släppas ut i atmosfären. Den biogena delen (Bio-CCS) ger upphov till negativa utsläpp eftersom rökgasen kommer från organiskt material som bundit  $CO_2$  under den naturliga livscykeln. Det är denna del från anläggningen som kommer kunna räknas som en klimatkompensation, vilket beräknas uppgå i 100 000 ton  $CO_2$ /år.

Öresundskraft är kommunalt ägd och genom att tekniken sker inom kommunens gränser bör kommunallagen inte begränsa användningen av CCS-tekniken. Däremot bör kompensationen ge tillbaka en nytta till kommuninvånarna. Den CCS-teknik som kommer användas i Helsingborg samlar upp  $CO_2$  från avfallsförbränningen som sker inom kommunen. Eftersom det är kommuninvånarnas avfall som förbränns kan man genom denna teknik skapa en klimatneutral och klimatpositiv avfallsförbränning. Tekniken bidrar även till att fjärrvärmens som produceras inom kommunen kan bli klimatneutral (affärsutvecklare inom energisystem, personlig kommunikation, 30 mars 2023). Det kopplar alltså starkt till avfall och energiförsörjningen inom kommunen vilket gynnar kommuninvånarna. Tekniken bidrar däremot inte lika starkt med en direkt nytta till kommuninvånarna som till exempel skog gör och därför kan kommunallagen eventuellt till viss del begränsa användningen av detta som klimatkompensation.

Hur mycket det kommer kosta att köpa kompensationen är inte helt utrett ännu eftersom det beror på vilka stöd Öresundskraft kan få samt hur finansieringsmodellen kommer se ut (ibid). Enligt det geografiska systemet kommer det uppsamlade koldioxidet (både det biogena och fossila) automatiskt tillgodoräknas i kommunens utsläpp för den geografiska platsen, vilket innebär att kommunen inte kommer behöva betala för varken kompensationen eller de undvikna utsläppen (ibid). Däremot behöver Helsingborg som organisation köpa kompensationen, precis som för alla andra företag (ibid). LOU bör därför beaktas eftersom

kompensationen förmodligen kommer att upphandlas på samma sätt som för andra varor och tjänster.

## 3.5 Träd och skog

### 3.5.1 Träd i stadsmiljö

Enligt en landskapsarkitekt på Helsingborgs kommun (personlig kommunikation, 8 mars, 2023) finns det 30 000 registrerade park och gatuträd i Helsingborgs kommun. Träd som lever i stadsmiljö har lägre livslängd än träd som får växa fritt i skog, vilket beror på flera faktorer såsom begränsat växtutrymme och ständig mänsklig störning. Träd i stadsmiljö kan leva mellan 0-500 år där de sorteras upp i tre kategorier. Vilka typer av träd som används i stadsmiljö är baserat på bland annat hur stor störning träden utsätts för. Träd som planteras centralt i stadskärnan har lägre chans att leva länge eftersom det sker konstant aktivitet där. Träd i stadsmiljö genererar stor nytta till kommunen genom att de bland annat hjälper till att reglera temperatur, dämpar buller och tar upp dagvatten. Däremot är träd i stadsmiljö sett ur ett klimatkompensations-perspektiv inte lönsamt eftersom både livslängd och kolbindning hos dessa träd är relativt liten. Trots låg livslängd och låg kolbindning (jämfört med de andra studerade klimatkompensationerna) är träd i stadsmiljö mycket viktiga då de bland annat främjar en god bebyggd miljö och genererar flera ekosystemtjänster.

### 3.5.2 Skog

I Helsingborg finns det ungefär 3 000 hektar skog varav cirka 800 hektar är skyddad skog. Av dessa 800 hektar är 520 hektar ägt av kommunen och 280 hektar privatägd. Den skyddade skogen består främst av ädellövskog (ekolog, personlig kommunikation, 29 mars 2023). Inbindning i tid framöver är minst 4 000 ton/år (i träden) för 800 hektar skog (ibid) (se bilaga 1). Minst lika mycket finns även under mark.

**Tabell 6.** Sammanställer mängden skog som finns inom kommunen, samt hur mycket CO<sub>2</sub> den uppskattningsvis binder (se bilaga 1).

| Icke skyddad skog inom kommunen (ha) | Kolbindning från icke skyddad skog      | Skyddad skog (ha) | Kolbindning från skyddad skog |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------|
| Cirka 2 200                          | 11 000 <sup>2</sup> CO <sub>2</sub> /år | Cirka 800         | 4 000 ton CO <sub>2</sub> /år |

<sup>2</sup> Om skogen får växa och stå kvar (exklusive markbundet kol). Se bilaga 1 för beräkningar.

Skyddad skog kan med fördel användas som klimatkompensation eftersom det säkerställer en långsiktig kolsänka. Skog som inte är skyddad kan i praktiken även användas som klimatkompensation men eftersom den inte är skyddad mot till exempel avverkning kan det riskeras bli en kortsiktig kolsänka. Kommunen bör av denna anledning enbart använda den skyddade skogen som klimatkompensation. För att skapa en större klimatkompensation från skogen bör kommunen se över om mer skog kan skyddas inom kommunen, och en ekolog på Helsingborgs kommun (personlig kommunikation, 29 mars, 2023) finns det mer skog inom kommunen som skulle kunna skyddas. Förutom att skogen verkar som en naturlig kolsänka bidrar skogen till genomförandet av flera miljö kvalitetsmål och genererar flera vitala ekosystemtjänster såsom biologisk mångfald och rekreationsområden, och är därför mycket viktig för kommunen ur flera perspektiv. Ny skog kan planteras och kan generera flera fördelar för kommunen, men eftersom det inte sker någon märkbar kolbindning i nyplanterad skog kan denna inte räknas som kolsänka på kort sikt. På lång sikt kan den däremot räknas som kolsänka om den får stå kvar och växa. För att säkerställa en långsiktig kolsänka bör ny skog få stå kvar och växa för att sedan skyddas. I Helsingborg kan ytterligare cirka 600 hektar skog planteras. När skogen är runt 25 år är tillväxten störst och det är även då skogen har störst förmåga att binda  $CO_2$ , vilket innebär att ju äldre skogen är desto större blir kolsänkan. Den äldre skogen bör därför skyddas, och inte bara för att behålla kolsänkan, utan även för att behålla den biologiska mångfalden.

### 3.6 Total klimatkompensation

**Tabell 7.** Sammanställer hur stor del av utsläppen varje undersökt metod kan kompensera för årligen. Flera av siffrorna är däremot enbart en grov uppskattning, och därför skulle en vidare utredning på detta krävas för att få ut mer exakta resultat.

| Klimatkompensation                             | Årlig kolsänka (ton $CO_2$ ) |
|--|------------------------------|
| 100 ha våtmarker                               | 4 894                        |
| 800 ha skyddad skog                            | 4 000 <sup>3</sup>           |
| Skydd av övrig skog<br>(2 200 ha) <sup>4</sup> | 11 000 <sup>5</sup>          |
| 250 ton biokol                                 | 625                          |
| Bio-CCS  | 100 000                      |

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| <b>Total kolbindning på 1 år</b> | 120 519 ton $CO_2$ |
|----------------------------------|--------------------|

<sup>3</sup> Se bilaga 1. Kolbindning i träden. Kolbindning under mark är inte med i beräkningen, vilket förmodligen är mycket större.

<sup>4</sup> Visar enbart potentialen resterande skog har. Det är troligtvis inte möjligt att skydda all skog.

<sup>5</sup> Se bilaga 1. Uppskattad kolbindning om skogen får stå kvar och växa. Kolbindning under mark är inte med i beräkningen, vilket förmodligen är mycket större.

### 3.7 Sveriges miljökvalitetsmål

Sverige har 16 miljökvalitetsmål som beskriver olika områden samt vad som behöver göras för att uppnå målen (naturvårdsverket, u.å.). Målen fungerar som en vägledning för hela Sveriges miljöarbete och för att uppnå samtliga 16 mål krävs det att samhällets alla delar aktivt arbetar i linje med målen (naturvårdsverket, u.å.). Enligt Sveriges miljömål (2023) beskriver miljökvalitetsmålen det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Samtliga 16 miljömål är av stor betydelse för svenska kommuner som aktivt bör arbeta för att dessa ska uppnås.

Tabell 8 visar huruvida de undersökta metoderna bidrar till uppfyllandet av miljökvalitetsmålen. Tabellen visar att våtmark och skog kommer att bidra mest till dem och att CCS kommer generera minst nytta för genomförandet av målen.

**Tabell 8.** Redovisar om och hur de undersökta klimatkompensationerna bidrar till att uppfylla miljökvalitetsmålen. “✗” betyder att de inte bidrar till målet.

| Miljökvalitetsmål        | CCS   | Våtmark   | Skog   | Biokol   |
|--------------------------|---|---|--|--|
| Begränsad klimatpåverkan | Genom att begränsa mängden $CO_2$ -utsläpp från avfallsförbränning bidrar CCS till begränsad klimatpåverkan | Våtmarker binder $CO_2$ och bidrar därför till begränsad klimatpåverkan               | Skog binder $CO_2$ och bidrar därför till begränsad klimatpåverkan | Då biokol har förmågan att fungera som kolsänka, samt då det kan bidra till klimatneutralt betong genererar det nytta för målet. |
| Bara naturlig försurning | ✗   | ✗   | ✗  | ✗  |
| Skyddande ozonskikt      | ✗   | ✗   | ✗  | ✗  |
| Ingen övergödning        | ✗   | Våtmarker har vattenrenande egenskaper och kan därför bidra till minskad övergödning. | ✗  | Då biokol tillför näring i jord och kan skapa bättre odlingsförhållanden, kan det resultera i att mindre gödning krävs.          |

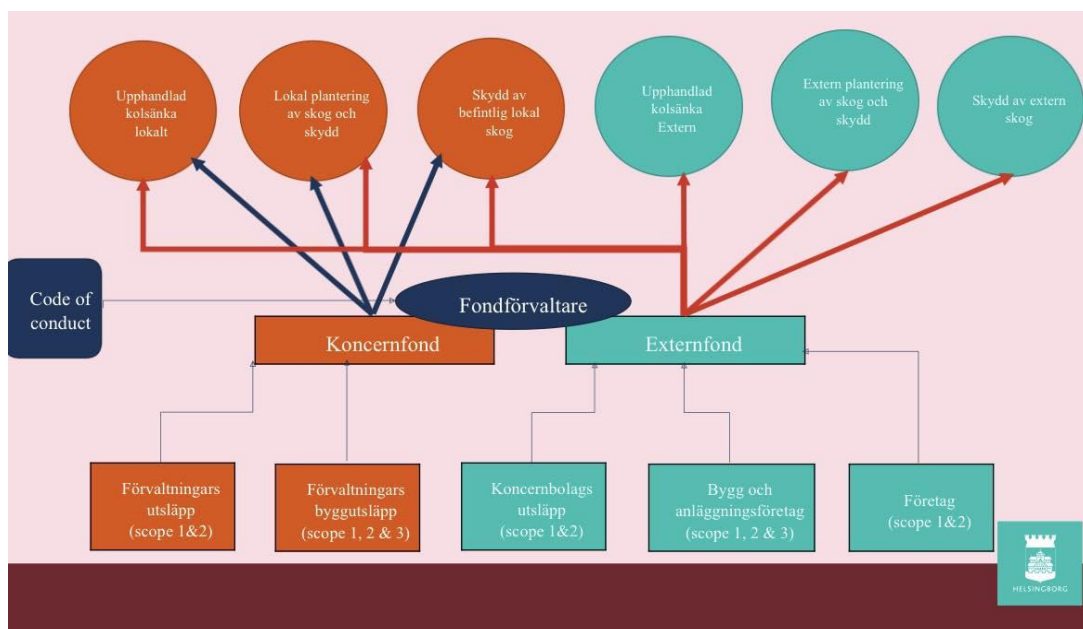
|                             |   |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| Grundvatten av god kvalitet | ✗ | Våtmarkernas vattenrenande egenskaper kan bidra till bättre grundvatten.  | Träd bidrar till bättre vatteninfiltration och tar hand om regnvatten. Översvämningar kan ha en negativ inverkan på grundvattnet och genom att träd minimerar risker med översvämningar bidrar skogen delvis till målet om bra grundvatten. | ✗   |
| Myllrande våtmarker         | ✗ | Bidrar tydligt till målet.  | ✗   | ✗   |
| Ett rikt odlingslandskap    | ✗ | Beroende på var våtmarker anläggs bidrar de till målet. Våtmarker som anläggs i nära anslutning till odlingsmark kan bidra till högre biologiskt värde och på vis bidrar våtmarker delvis till detta. | Skog som planteras/finns i nära anslutning till odlingsmark kan generera högre biologiskt värde. Skog bidrar därför delvis till målet, beroende på var skogen är planterad.   | Biokolets porositet kan skapa livsmiljöer för mikroorganismer och kan därför bidra till ett rikt odlingslandskap. |
| God bebyggd miljö           | ✗ | Våtmarker skapar bland annat rekreationsområden och bidrar till bättre luft och kan därför bidra till en god bebyggd miljö.   | Träd och skog skapar flera värden för städer. De bidrar bland annat till rekreation, skugga och bättre luft, som tillsammans bidrar till en god bebyggd miljö.  | Biokol möjliggör mer välfungerande planteringar i urban miljö.  |

|   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
| Frisk luft                                  | × | Våtmarker förbättrar luftkvaliteten och bidrar därmed till frisk luft.   | Träd filtrerar luftföroreningar och bidrar till bättre luftkvalitet och bidrar därmed till frisk luft.  | Kan bidra till fler träd och bladmassa i urbana områden vilket har en positiv effekt på luftföroreningar. |
| Giftfri miljö                               | × | ×  | ×   | Biokol kan användas för stabilisering av giftiga ämnen i marken.  |
| Säker strålmiljö                            | × | ×  | ×   | ×   |
| Levande sjöar och vattendrag                | × | Våtmarker kan bromsa vattnets hastighet, rena vatten och bidrar till biologisk mångfald. Därför bidrar våtmarker till målet. | Träd som planteras längs bäckar och åar bidrar till lägre vattentemperatur och därmed bättre syrehalter under sommartid. Det bidrar även till organiskt material som bottenfaunan lever av. | ×   |
| Hav i balans samt levande kust och skärgård | × | Våtmarkernas biologiska värde och renande funktioner kan bidra till målet.   | Skog som är planterad nära hav, kust och skärgård genererar flera nyttor för målet så som biologisk mångfald och rekreation.  | ×   |
| Levande skogar                              | × | Våtmarker placerade i skog bidrar till ökat biologiskt värde i skogen och kan därför generera nytta för målet.               | Bidrar tydligt till målet.  | ×   |
| Storslagen fjällmiljö                       | × | Eftersom våtmarker genererar högt biologiskt värde kan de bidra till målet om storslagen fjällmiljö.                         | Eftersom träd främjar biologisk mångfald och livsmiljöer bidrar skogen till en storslagen   | ×   |



|                  |   |   |  |   |
|------------------|---|---|--|---|
|                  |   |   | fjällmiljö.<br>Däremot finns det även risker med mer skog i fjällen.   |   |
| Ett rikt djurliv | ✗ | Våtmarker är bland de mest artrika miljöer som finns i Sverige och genererar därför stor nytta för djurlivet. | Träd bidrar med livsmiljöer för flera arter, både ovan och under jord, och ger förutsättningar för ett rikt djurliv. | ✗ |

### 3.8 Finansiering av klimatkompensationer



Bilaga 2. Bild över hur en finansieringsmodell kan tänkas se ut (bild ritad av Alfred Nerhagen, 2023).

En fond för klimatkompensationer kan skapas där kapital från kommunal verksamhet samlas in utifrån idén att organisationens utsläpp ska kompenseras av varje verksamhet, och då skulle varje verksamhet betala in en summa i fonden. Hur mycket varje verksamhet ska betala in i fonden kan variera beroende på hur mycket utsläpp som behöver kompenseras. Kommunen kan välja att varje verksamhet betalar in en likvärdig summa. Denna lösning är enklast men kan även vara orättvist eftersom mängden kolsänkor som krävs kan variera stort mellan olika verksamheter. En annan lösning kan istället vara att bestämma ett fast pris per

kilogram  $CO_2$  – utsläpp. De som ansvarar för fonden kommer ha ansvar att handla upp kolsänkor, och då krävs det riktlinjer för vilka typer av kolsänkor som köps in, samt hur dessa får köpas in. Vem som kommer ansvara för en eventuell fond är inte utrett.

**Tabell 9.** *Rekommendationer på riktlinjer för inköp av kolsänkor.*

|  |
|--|
| Det ska ske inom kommunens gränser/ge tillbaka nytta till kommuninvånare             |
| De bör uppfylla sociala hållbarhetsaspekter  |
| De får inte missgynna biologisk mångfald och ska om möjligt gynna biologisk mångfald |
| De bör gynna genomförandet av Sveriges miljökvalitetsmål                             |
| De ska vara en långsiktig (mer än 100 år) och kostnadseffektiv kolsänka              |

Riktlinjer för inköp av kolsänkor kan med fördel delas upp som obligatoriska krav och bör-krav. Där samtliga av de obligatoriska kraven måste uppfyllas. Den andra typen av riktlinjer (bör-krav) kan då innefatta krav som om möjligt ska uppfyllas. Ett exempel på obligatoriskt krav kan vara “får *inte* missgynna biologisk mångfald” medan ett bör-krav kan vara “ska gynna biologisk mångfald”. Inköp kan då hamna i ett mellanläge där det varken missgynnar eller gynnar biologisk mångfald, men där det bästa utfallet är att det gynnar biologisk mångfald.

Baserat på idén bakom bilaga 1, kan en fond för privat kapital även skapas, där samma personer bör ansvara för både den privata och den kommunala fonden. Genom en privat fond kan kommunen då erbjuda den privata marknaden att investera i kolsänkor för staden. Man kan även genom fonden erbjuda exempelvis bostadsmarknaden möjligheter att lägga in pengar i fonden för att kompensera för de egna utsläppen. Detta hade då inneburit att kommunen ansvarar för bostadsmarknadens klimatkompensationer. Viktigt om kommunen ska erbjuda klimatkompensationer till externa aktörer är att det finns en garanti för den externa aktören att pengarna används i det ändamål som är avsatt. Det kan lösas genom att kommunen erbjuder ett certifikat eller dylikt på att kompensationen är genomförd. Certifikatet går tillbaka till den som betalade in som ett bevis på att deras utsläpp har blivit kompenserade för. Detta kan de externa aktörerna sedan använda i sin hållbarhetsredovisning. När det blandas in externa aktörer och kommunen väljer att erbjuda kompensationstjänster till

utomstående är det viktigt att konkurrenslagen beaktas eftersom kommunen då konkurrerar med andra företag som erbjuder motsvarande tjänster.

Reglerna om konkurrensbegränsande offentlig säljverksamhet innebär att kommuner kan erbjudas sälja tjänster som begränsar konkurrensen (Konkurrensverket, u.å.). Kommuner verkar under andra förutsättningar än privata företag och konkurrenslagen syftar till att *“jämna ut spelplanen mellan offentliga och privata aktörer och bidra till en fungerande konkurrens”* (Konkurrensverket, u.å.). Bryter kommunen mot konkurrenslagen kan den komma att bli tvungen att betala vite till staten (Konkurrensverket, u.å.). En vidare utredning på om kommunen kan erbjuda denna typ av tjänst är alltså nödvändig. Viktigt att beakta här är även självkostnadsprincipen vilket handlar om att en kommun inte ska gå med vinst (jurist, personlig kommunikation, 23 februari, 2023). Kommunen måste, därav om den ska erbjuda kompenstationstjänster, vara försiktig med att inte ta in mer pengar än vad som behövs för arbetet. Det är även i detta fall viktigt att se till så att intäkterna verkligen går till att skapa negativa utsläpp och inte används till metoder som skapar undvikande utsläpp.

### 3.8.1 Principen förorenaren betalar

Principen förorenaren betalar är en av de centrala principer som EU:s miljöpolitik bygger på (Europeiska revisionsrätten, 2021). Principen betyder att den som förorenar ska stå för saneringskostnader, men även för åtgärder för att förebygga och begränsa de samhällskostnader föroreningen medför (Europeiska revisionsrätten, 2021). Företag och industrier som släpper ut stora mängder växthusgaser bidrar med att förorena atmosfären och därför bör de även betala för åtgärda detta, vilket de idag vanligtvis inte gör. Kommunen kan inte ställa tvingande krav mot företag och industrier att de ska betala för klimatkompensationer som ett sätt att begränsa skadorna från deras utsläpp. Däremot kan kommunen använda principen som ett argument för frivilliga åtgärder, och som grund för att företaget självt ska ta på sig ansvar.

## 4. Diskussion

### 4.1 Våtmark

Våtmarker genererar stor nytta och har en viktig roll för klimatet, genom att de bland annat binder  $CO_2$ , renar vatten, skyddar mot översvämningar och främjar biologisk mångfald.

Eftersom omkring 96% av våtmarkerna som en gång fanns i Helsingborg har försvunnit är det av stor betydelse att driva våtmarksarbetet framåt. Fler våtmarker behövs, och inte bara för att kompensera för utsläpp.

Enligt en bedömning som Naturvårdsverket (2022) genomfört visas en negativ utveckling för miljömålet "Ett rikt växt- och djurliv". Den biologiska mångfalden i Sverige befinner sig i ett utsatt läge (Naturvårdsverket, 2022). Den biologiska mångfalden måste öka och bevaras och eftersom våtmarker är de mest artrika miljöerna som finns i Sverige (Naturvårdsverket, u.å.) är det optimalt att anlägga fler våtmarker inom kommunen. Enligt en miljöstrateg (personlig kommunikation, 24 mars, 2023) finns det utrymme att anlägga ytterligare våtmarker inom kommunen, och den mest tilltalande metoden är tvåstegsdiken. Tvåstegsdiken består av ett mittparti av vatten som omges av terrasser på högre nivå (Jordbruksverket, 2013) och i bästa fall kan de fungera som en avlång våtmark (SLU, 2022). Enligt miljöstrateg (personlig kommunikation, 24 mars, 2023) är detta en tilltalande metod eftersom kommunen kan anlägga flera meter vatten till sidan av vattendrag som är ur funktion, vilket innebär att kommunen skulle kunna driva både vatten- och naturvård på liten yta. Dessutom kan tvåstegsdiken skapa långa spridningskorridorer i landskapet samt långa rekreativstråk för kommuninvånarna.

Anlägger kommunen nya våtmarker bidrar kommunen även till att öka utsläppen av  $CH_4$ . Dessa utsläppen är däremot inte ett problem på lång sikt eftersom de jämfört med  $CO_2$  snabbt bryts ner i atmosfären. Däremot uppstår klimatförändringar snabbt idag och kommunen bör därför ha  $CH_4$ -utsläppen i åtanke vid våtmarksarbete, men eftersom utsläppen i detta fall kommer från en naturlig källa behöver kommunen inte kompensera för dem.

Enligt en vattenplanerare på Helsingborgs kommun (personlig kommunikation, 6 mars, 2023) kan kostnaden för våtmarksarbete variera stort. Kostnaden för att anlägga 1 hektar våtmark är mellan 250 000 och 2,5 miljoner kronor där den största kostnaden kommer från schakten och

transport av massor. Däremot skapar schakten och masstransport utsläpp, vilket är viktigt att ha i åtanke. Det innebär alltså en hög kostnad för kommunen att anlägga våtmarker, men enligt den miljöstrateg som intervjuats, kan våtmarksarbetet till stor del finansierad med hjälp av bidrag. Kommuner kan söka stöd från bland annat Naturvårdsverket och den lokala naturvårdssatsningen på våtmarker (LONA våtmarksprojekt) (Naturvårdsverket, u.å.). Bidragsdelen kan stå för 50-90% av kostnaden, och resterande finansieras av den kommunala budgeten (miljöstrateg, personlig kommunikation, 24 mars).

#### 4.1.1 Potentialen för att kompensera för kommunens utsläpp

Idag finns det omkring 100 hektar anlagda våtmarker inom kommunen som grovt uppskattat ger en årlig kolbindning på 4 894 ton  $CO_2$ . Detta innebär alltså att denna mängd våtmarker inte räcker för att kompensera för samtliga utsläpp. Fler våtmarker kan med fördel anläggas, alternativt kan resterande utsläpp kompenseras med andra metoder.

## 4.2 Biokol

Biokol kan användas brett, till exempel i betong. Att tillsätta biokol i betong genererar nytta i form av möjligheten till klimatneutral betong, och eftersom betong har förmågan att fånga in  $CO_2$  ur luften kan biokol i betong vara en bra kolsänka. För att främja ytterliggare kolbindning bör biokol tillsättas i bland annat åkermark, vid plantering av träd eller vid anläggning av gröna tak eller väggar. Fördelarna med att tillsätta biokol i åkermark är många. När biokol blandas i jorden förbättras jordkvaliteten vilket i sin tur förbättrar odlingsförhållandena. Biokolets porositet innebär även att det bidrar till skapandet av livsmiljöer för mikroorganismer samt vattenhållande egenskaper vilket kan minimera mängden bevattning som krävs.

Jordbruksmarken som finns inom Helsingborgs kommun är både privat och kommunalt ägd. Kommunen kan inte ställa krav på jordbrukare på privat mark att dessa ska använda biokol. Däremot kan kommunen till viss del reglera hur den kommunalt ägda jordbruksmarken används (jurist, personlig kommunikation, 23 februari, 2023). Kommunen har tidigare ställt krav på jordbrukare som arrenderar kommunens mark att de bland annat ska odla ekologiskt,

och därför bör kommunen även kunna ha som krav att biokol ska blandas i jorden. Vem som står för kostnaden för biokol beror på vad man kommer överens om (ibid). Priset för arrendet är det som kommunen och jordbrukaren kommer överens om, och skulle då kommunen kräva att jordbrukaren använder en dyrare metod kan man behöva komma överens om att kommunen tar ut mindre i arrende (ibid).

På så vis blir det kommunen som betalar för biokolet men eftersom biokolet kan generera stor nytta för jordbrukaren och resultera i lägre kostnader för exempelvis bevattning skulle kommunen även kunna ta ut fullt arrende (ibid). Det handlar alltså om att göra en överenskommelse med den som ska hyra marken.

Genom att tillsätta biokol vid trädplantering förbättras jordstrukturen och kan bidra till att skapa optimala livsmiljöer för träden. Biokolet kan absorbera vatten, näring och syre som trädet inte har förmågan att ta hand om. Trädets rötter kan sedan när det behövs ta upp vattnet och näringen som biokolet håller. Biokol kan även genom sina jordförbättrande egenskaper göra det möjligt att plantera andra typer av träd som vanligtvis inte trivs i den miljön (Miljöbarometern, 2018). Förutom att bidra med optimala livsmiljöer för träden förbättrar det även syresättningen av marken och fungerar som en kolsänka (Miljöbarometern, 2018).

Vid anläggning av gröna tak och väggar kan biokol även med fördel tillsättas. Det bidrar till att växtligheten ökar samtidigt som de vattenhållande egenskaperna bidrar till att det krävs mindre underhåll i form av bevattning. Däremot kan biokol ha en negativ inverkan på gröna tak och väggar om det tillsätts i för stora mängder eftersom effekten av kalket i biokolet kan verka frätande på blad och växtdelar ovan jord (Biokol, u.å.). Det har däremot inte visat sig ha någon negativ inverkan på växternas rötter (Biokol, u.å.).

Fördelarna med att använda biokol vid trädplantering och vid anläggning av gröna tak och väggar är att det ger en direkt synlig nytta tillbaka till kommuninvånarna och därför bör inte kommunallagen begränsa detta. Biokol som tillsätts i jordbruksmark ger däremot ingen synlig nytta till invånarna men genom att tillsätta biokol i marken kan bättre odlingsförhållanden skapas vilket kan resultera i en högre skörd. En högre skörd kan i sin tur resultera i att arbetstillfällen skapas och när jordbrukare kan producera mer kan kostnader för lokalt producerade livsmedel gå ner. På så vis genererar biokol tillsatt i jordbruksmark även en direkt nytta till invånarna men är inte lika självklart som för ovanstående. Eftersom 75% av

Helsingborgs kommun består av jordbruksmark är det optimalt att använda jordbruksmarken i detta ändamål.

#### 4.2.1 Lagen om offentlig upphandling

LOU bör beaktas eftersom det styr inköp av produkten och kolsänkan (upphandlingsenheten, personlig kommunikation, 13 mars 2023). Om kommunen genom LOU kan ställa krav på att jordbrukare ska använda biokol vid livsmedelsproduktionen är oklart (ibid). Idag ställs det krav på miljöcertifieringar i upphandling och om biokol skulle ingå i dessa skulle det inte vara några problem med att ställa krav på det (ibid). Problematiken ligger i att det är svårt att ställa måste-krav på biokol i upphandlingar eftersom det innebär en dyrare metod för jordbrukare vilket skulle kunna resultera i högre kostnader (ibid). Det handlar då i grunden om att skattepengarna ska användas effektivt och genom att ställa krav på biokol kan kommunen eventuellt få ut en mindre mängd varor än om man inte ställer det som ett krav (ibid).

#### 4.2.2 Att enbart använda kolsänkan utan produkten

Sett ur kommunens perspektiv är det inte lönsamt att enbart köpa kolsänkan eftersom priset för produkten som helhet inte skiljer sig markant. Dessutom finns det flera användningsområden inom kommunen där produkten utgör stor nytta. Sett till kommunallagen ska klimatkompensationer gynna stadens invånare direkt och genom att enbart köpa kolsänkan kan det vara svårt att säkerställa var och hur produkten används och om den genererar någon nytta för stadens invånare. Däremot kan kommunen och NSR göra en överenskommelse vid upphandling av kolsänkan att produkten som sedan säljs används inom kommunen i ett ändamål som genererar nytta till kommuninvånarna (miljö- och hållbarhetsansvarig, personlig kommunikation, 27 februari, 2023). Detta är däremot en lösning som sett till kostnad, tid och anställda inblandade inte är lönsam.

#### 4.2.3 Potentialen för att kompensera för kommunens utsläpp

Eftersom Helsingborg kommer ha möjlighet att köpa in 250 ton biokol/år innebär det en kolsänka på 625 ton  $CO_2$ /år. Detta innebär att tillgången på biokol från NSRs anläggning ger en relativt låg kompensation, och inte kommer räcka till för att kompensera för alla utsläpp.

### 4.3 Koldioxidavskiljning och lagring

Enligt en bedömning av utvecklingen i miljön som Naturvårdsverket (2022) genomfört framgår det att halterna av växthusgaser fortsätter att öka. Arbetet med att få ner utsläppen är fortfarande brådskande och för att Sverige ska lyckas uppnå miljökvalitetsmålet “begränsad klimatpåverkan” krävs det samhällsförändringar och teknikutveckling (Naturvårdsverket, 2022). CCS är en teknologisk lösning som snabbt kan samla in stora mängder koldioxid och är därför en mycket viktig teknik för att vi ska lyckas vända den negativa utveckling vi ser idag och begränsa den klimatpåverkan vi människor bidrar med.

CCS-tekniken kommer generera stor nytta för kommunen. Det kan både genom den fossila delen sänka utsläppen och genom den biogena delen skapa negativa utsläpp. Bio-CCS är den metod som är av relevans för att kompensera för utsläppen. Öresundskraft är kommunalt ägd och genom att tekniken sker inom kommunens gränser bör kommunallagen inte begränsa användningen av CCS-tekniken. Däremot bör kompensationen ge tillbaka en nytta till kommuninvånarna. Den CCS-teknik som kommer användas i Helsingborg kopplar starkt till avfall och energiförsörjningen inom kommunen vilket ger tillbaka en nytta till kommuninvånarna. Tekniken bidrar däremot inte lika starkt med en direkt nytta till kommuninvånarna som till exempel skog gör och därför kan kommunallagen eventuellt till viss del begränsa användningen av detta som klimatkompensation.

CCS-tekniken kan samla in stora mängder koldioxid och genom att skapa en klimatkompensation på cirka 100 000 ton  $CO_2$ /år kan det kompensera för en stor del av utsläppen. Däremot är främjandet av miljökvalitetsmålen mycket låg för denna teknik. Förutom att CCS inte bidrar till uppfyllandet av miljökvalitetsmålen finns det mycket kritik mot tekniken. Eftersom det är en ny teknik som inte används i någon stor utsträckning i dagsläget är det svårt att avgöra om tekniken faktiskt kommer fungera som utlovat. Tekniken kan även innebära risker så som att kemikalier släpps ut i samband med infångning av koldioxid (Nyquist, 2021). Det kan även finnas en risk att den insamlade koldioxiden läcks ut vid lagringen (Nyquist, 2021). Eftersom de permanenta lagringsplatserna är under havsbotten, många gånger lagrat under gamla oljeplattformar, finns det en risk att koldioxiden skulle kunna läcka ut till ytan (Food & water watch, 2021).

Läckage från lagringsplatserna kan resultera i att grundvatten och mark förorenas. (Food & water watch, 2021). Vid injektionsställen i USA har det även uppmätts att injektionen av  $CO_2$  till lagringsplatsen kan orsaka jordbävningar (Food & water watch, 2021). Förutom risker



med läckage är det en mycket kostsam teknik att både skapa och driva. Den CCS-anläggning som är under konstruktion i Helsingborg beräknas kosta 2 miljarder kronor att bygga. Förutom detta är det även en mycket energiintensiv och kostsam anläggning att ha i drift. Enligt Food & water watch (2021) kräver en CCS-anläggning vanligtvis att ett nytt kraftverk byggs för att kunna driva systemet, vilket i sin tur skapar ytterligare luft- och kolföreningar. Tekniken kan alltså vara kontraproduktiv i relation till miljö kvalitetsmålen.

Det finns alltså många risker med CCS-tekniken men eftersom tekniken är ny och anläggningen i Helsingborg inte ännu är klar går det inte att säga exakt hur bra det kommer fungera eller hur allvarliga konsekvenser den kommer att föra med sig.

### 4.3.1 Potentialen för att kompensera för kommunens utsläpp

Eftersom Öresundskrafts anläggning kommer samla in 100 000 ton biogent  $CO_2$  per år kommer Bio-CCS-tekniken kunna kompensera för en stor del av utsläppen. CCS-anläggningen kommer därför ha en mycket viktig roll för kommunens mål om att bli klimatneutral till år 2030. Däremot finns det en del risker och det finns en osäkerhet kring om anläggningen faktiskt kommer fungera som utlovat redan efter 2028.

## 4.4 Träd och skog

Träd i stadsmiljö bidrar med flera viktiga aspekter för kommunen. Däremot är plantering av träd i stadsmiljö inte relevant för att kompensera för utsläpp. För att kommunen ska uppnå netto nollutsläpp och hålla det måste kommunen finna långsiktiga kolsänkor. Träd i stadsmiljö har en låg livslängd och risken för att träden ska ta skada och dö i förtid är stor. Därför kan dessa typer av träd inte räknas som en långsiktig kolsänka och dessa bör därför inte användas i arbetet med klimatkompensationer. Träd i stadsmiljö bör fortsatt planteras, men i andra ändamål.

Den skyddade skogen är däremot en långsiktig kolsänka eftersom den garanteras stå kvar. Icke skyddad skog är svårare att räkna som en långsiktig kolsänka eftersom den inte skyddas från till exempel avverkning i framtiden. Därför bör kommunen enbart använda den skyddade skogen som klimatkompensation. För att skapa en större klimatkompensation från skogen bör kommunen därför se över om mer skog kan skyddas inom kommunen.

Förutom att skogen verkar som en naturlig kolsänka bidrar skogen med flera vitala ekosystemtjänster såsom biologisk mångfald och rekreatiomsområden, och är därför mycket viktig för kommunen ur flera perspektiv.

Eftersom Helsingborgs kommun har mycket litet skogsmark skulle ytterligare skog behöva planteras, och enligt den ekolog som intervjuats (personlig kommunikation, 29 mars, 2023) kan ytterligare ungefär 2% skog planteras i kommunen. Däremot, under den nyplanterade skogens första 5-10 år sker ingen märkbar kolinlagring, och därför bör inte ny skog användas som klimatkompensation. Sett ur ett klimatperspektiv är skogsplantering det mest kostnadseffektiva sättet att öka biologiska kolsänkor i mark. Men sett ur perspektivet att klimatkompensera är det mest kostnadseffektivt att skydda mer skog inom kommunen. Ungefär 2/3 av kommunens skogsmark är oskyddad och här finns en effektiv kolsänka om kommunen prioriterar överenskommelser med markägare, vilket skulle ge snabb effekt på kort tid.

Eftersom Helsingborg enbart består av cirka 10% skogsmark (Länsstyrelsen, 2022) är möjligheterna till att klimatkompensera med skog inom kommunens gränser begränsad. Kommunen kan då köpa skog från en annan kommun och Länsstyrelsen Skåne (personlig kommunikation, 23 mars 2023) är det inget som hindrar kommunen från att göra detta. Däremot krävs det att denna skog är skyddad för att kommunen ska kunna räkna denna skog som klimatkompensation. En kommun kan enbart bilda naturreservat inom sina egna geografiska gränser och kan därför inte skydda skog i annan kommun (ibid). Detta innebär att om Helsingborgs kommun vill köpa skog i en annan kommun och skydda den är det Länsstyrelsen som måste bilda naturreservatet och om det blir godkänt beror på vilka värden skogen innefattar.

Skulle kommunen köpa skog i en annan kommun och få denna skyddad är det viktigt att kommunallagen beaktas. Kommunallagen kan starkt begränsa kommunens möjligheter till detta eftersom kompensationen i detta fall sker utanför kommunens gränser och ger eventuellt ingen nytta till kommuninvånarna. Kommunen kan däremot argumentera för det sistnämnda om skogen som köps in ligger i närliggande kommun så att kommuninvånarna kan ta sig dit och använda den.

#### 4.4.1 Potentialen för att kompensera för kommunens utsläpp

I Helsingborgs kommun finns det cirka 800 hektar skog som uppskattningsvis ger en årlig kolbindning på minst 4 000 ton  $CO_2$  i träden. Det finns privat skog i kommunen och den marken kan inte kommunen gå in och använda som klimatkompensation utan en överenskommelse med markägaren. Kommunen skulle kunna upphandla med privata markägare om att få tillgodoräkna kolsänkan. 520 hektar av den skyddade skogen är kommunalt ägd, medan 280 hektar är privatägd (ekolog, personlig kommunikation, 29 mars 2023). På 7 år skapar den skyddade skogen en kolsänka på 28 000 ton, medan resterande skog kan, om den får stå kvar och växa, skapa en kolsänka på 77 000 ton på 7 år. Tillsammans kan alltså skogen som finns inom kommunen skapa en kolsänka på 105 000 ton. Kolbindningen under mark är inte med i beräkningen och denna är förmodligen mycket större. Detta innebär alltså att den totala kolbindningen för skogen, både ovan och under mark kan skapa en mycket stor kolsänka. Att skydda resterande skog inom kommunen är alltså mycket viktigt eftersom denna kan skapa en mycket stor kolsänka. Dessutom är skydd av ytterligare skog det mest kostnadseffektiva kommunen kan göra för att klimatkompensera.

#### 4.5 Rekommendationer och vidare utredningar

**Tabell 10.** *Sammanfattar det viktigaste utfallet av studien och ger rekommendationer till hur kommunens framtida arbete med klimatkompensationer bör utföras. Tabellen ger även rekommendationer till vidare utredningar.*

|  |
|--|
| Klimatkompensationer ska vara förenliga med kommunallagen kap 2. §1.   |
| Klimatkompensationer bör främja genomförandet av miljö kvalitetsmålen. För att göra detta bör ekologiska klimatkompensationer prioriteras.   |
| CCS-tekniken kommer ha en viktig roll i kommunens arbete om att bli klimatneutral. Tekniken kan däremot (i vissa fall vara) vara kontraproduktiv i relation till miljö kvalitetsmålen, och genererar ingen stor direkt nytta för genomförandet av målen. Däremot bidrar tekniken indirekt till flertalet mål och eftersom vi befinner oss i ett skede där vi snabbt måste sänka utsläppen är tekniken mycket viktigt eftersom ingen annan metod kan plocka bort så stora mängder $CO_2$ så snabbt. |
| Kolsänkor som binder $CO_2$ har en mycket viktig roll för kolcykeln och dessa bör därför   |

användas i så stor utsträckning som möjligt.

Både våtmarker och skog är terrestra ekosystem som fungerar som stora kolsänkor. Dessa kan även bidra till flera nyttor för kommunen, så som rekreationsområden och främjandet av biologisk mångfald.

En utredning över hur mycket  $CO_2$  kommunens våtmarker binder är nödvändig för att fastställa exakt hur stor kolsänka dessa kan skapa. Studien visar enbart en grov uppskattning på detta, och eftersom flera källor presenterar olika siffror för kolbindningen är det i dagsläget omöjligt att avgöra vilka siffror som stämmer för Helsingborgs våtmarker.

Fler våtmarker bör anläggas i kommunen som förutom kan binda  $CO_2$  genererar flera vitala ekosystemtjänster. Våtmarksarbete kan till stor del finansieras med hjälp av bidrag.

Skog bidrar med flera vitala ekosystemtjänster och fungerar även som en stor kolsänka. Enbart skyddad skog bör användas som klimatkompensation. Därför bör det ses över om mer skog inom kommunen kan bli skyddad, och här finns det stor potential.

Kommunens möjligheter att kompensera med skog inom kommunens gränser är begränsad eftersom enbart 10% av marken består av skogsmark. Kommunen kan därför välja att köpa skog i en annan kommun och genom Länsstyrelsen skydda den. Här är det däremot viktigt att kommunallagen beaktas, eftersom denna kan begränsa möjligheterna till detta.

Mer skog bör planteras inom kommunens gränser. Att plantera ny skog är det mest kostnadseffektiva sättet att öka biologiska kolsänkor på lång sikt. Däremot kan inte nyplanterad skog räknas som kolsänka på kort sikt. På lång sikt, om den nya skogen får stå kvar och växa för att sedan skyddas kan en mycket effektiv kolsänka skapas som dessutom genererar flera fördelar för bland annat den biologiska mångfalden.

Träd i stadsmiljö kan användas som klimatkompensation, men det bör undvikas eftersom både kolbindning och livslängd för dessa är låg.

Biokol kan med fördel användas i jordbruksmark och vid plantering av träd. Biokol är däremot en kostsam metod som ger en relativt liten kolsänka, men andra nyttor är höga. Att skapa incitament för att jordbrukare självmant vill använda biokol i marken är önskvärt.

En fond med kapital från kommunal verksamhet kan skapas, men en vidare utredning på detta krävs.

Kommunen kan förmodligen inte erbjuda klimatkompensation-tjänster till externa aktörer eftersom detta förmodligen går mot konkurrenslagen. En vidare utredning om detta är möjligt skulle krävas.

## 5. Slutsatser

Denna studie har undersökt klimatkompensationer ur Helsingborg kommuns perspektiv. Syftet var att undersöka hur våtmark, biokol, CCS, träd och skog kan användas som klimatkompensation samt om de bidrar till genomförandet av Sveriges miljökvalitetsmål. Följande slutsatser kan dras av studien:

- Klimatkompensationer som görs av en kommun ska ha anknytning till kommunens område och/eller deras medlemmar. Alla klimatkompensationer som kommunen utför ska därför vara förenliga med denna princip, vilket är baserat på kommunallagen 2 kap. 1§ (2019:835).
- Våtmarker, biokol, Bio-CCS och skog kan användas som klimatkompensation inom kommunens gränser. CCS-anläggningen kommer årligen samla in 100 000 ton biogent koldioxid, och kommer därför vara mycket viktig för att kommunen ska lyckas bli klimatneutrala. Vidare kan våtmarker anläggas inom kommunen som förutom kan kompensera för utsläpp genererar flera ekosystemtjänster. Klimatkompensation med skog bör enbart ske med skyddad skog och i Helsingborg finns det stor potential att skapa en större kolsänka från skogen genom skydd av övrig skog.
- Naturliga kolsänkor är viktiga i klimatarbetet och kan även kompensera för en stor del av utsläppen. Våtmarker, träd och skog är kolsänkor som kommunen kan välja att skapa och använda inom kommunens gränser som även är förenligt med kommunallagen. Dessa främjar även genomförandet av flera av miljökvalitetsmålen. Bland annat bidrar de med rekreationsområden, främjandet av biologisk mångfald, temperaturreglering och förbättrad luftkvalitet, som tillsammans bidrar till en välmående kommun där människor, djur och natur kan leva i symbios med varandra. Ur detta perspektiv är ekologiska klimatkompensationer att föredra.

## Referenslista

Biokol. (u.å.). *Gröna lösningar i stadsmiljö*.

<https://biokol.org/area/grona-losningar-i-stadsmiljo> [Hämtad 13 Mar 2023]

Biokol. (2023). *Fakta om biokol*. <https://www.biokol.se/fakta-om-biokol/>

[Hämtad 7 Feb 2023]

Biokol. (2023). *Svenskt biokol*. <https://www.biokol.se/> [Hämtad 7 Feb 2023]

Brassard, P., Godbout, S. & Raghavan, V. (2016). *Soil biochar amendment as a climate change mitigation tool: Key parameters and mechanisms involved*. J Environ Manage.

[Hämtad 7 Feb 2023]

Boot-Handford M. E., J. C. Abanades, E. J. Anthony, M. J. Blunt, S. Brandani, N. Mac Dowell, J. R. Fernández, M.-C. Ferrari, R. Gross, J. P. Hallett, R. S. Haszeldine, P. Heptonstall, A. Lyngfelt, Z. Makuch, E. Mangano, R. T. J. Porter, M. Pourkashanian, G. T. Rochelle, N. Shah, J. G. Yao och P. S. Fennella. (2014). Carbon Capture and Storage update. *Energy Environ. Sci.*, 7, 130-189, DOI: 10.1039/c3ee42350f

Dubber, Wilhelm. (2021). *Biologiska kolsänkor i Helsingborg*. (Rapport 00080/2020).

Helsingborg kommun, Miljöförvaltningen.

<https://helsingborg.se/wp-content/uploads/2021/05/biologiska-kolsankor.pdf>

[Hämtad 20 Feb 2023]

Energimyndigheten. (2022). *Koldioxidavskiljning och lagring (CCS)*.

<https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/ccs/> [Hämtad 9 Feb 2023]

European Council. (2022). *5 facts about the EU's goal of climate neutrality*.

<https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/> [Hämtad 30 Jan 2023]

Eco Tree. (2021). *Vad är en kolsänka? Vilka finns det?*

<https://ecotree.green/sv/blog/vad-er-en-kolsaenka-vilka-finns-det> [Hämtad 15 Mar 2023]

Europeiska revisionsrätten. (2021) *Principen att förorenaren betalar: tillämpas inte konsekvent i EU:s miljöpolitik och miljöåtgärder*.  
<https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/polluter-pays-principle-12-2021/sv/> [Hämtad 20 Apr 2023]

FMH. (2020). *Kommunallag*. <http://www.fmh.se/index.php?id=958> [Hämtad 2 Mar 2023]

Food & water watch. (2021). *Top 5 Reasons Carbon Capture And Storage (CCS) Is Bogus*.  
<https://www.foodandwaterwatch.org/2021/07/20/top-5-reasons-carbon-capture-and-storage-cs-is-bogus/> [Hämtad 8 Maj 2023]

Haszeldine. Stuart, R. (2009). Carbon Capture and Storage: How Green Can Black Be?  
*Science* 325, 1647-1652, DOI: 10.1126/science.1172246

Helsingborg. (2022). *Befolkningsutveckling och folkmängd*.  
<https://helsingborg.se/kommun-och-politik/statistik/befolkningsutveckling-och-folkmangd/>  
[Hämtad 6 Feb 2023]

Helsingborg. (u.å.). *Helsingborg ska bli klimatneutralt till 2030*.  
<https://helsingborg.se/bo-bygga-och-miljo/klimat-och-miljo/> [Hämtad 6 Feb 2023]

Helsingborg. (2022). *Statistik*. <https://helsingborg.se/kommun-och-politik/statistik/>  
[Hämtad 6 Feb 2023]

ISOE. (2023). *Negativa utsläpp*.  
<https://www.isoe.org/vars-uppdrag/samarbeten/hallbarhetstermgruppen/hallbarhetstermlistan/termer/negativa-utslapp> [Hämtad 27 Jun 2023]

Jordbruksverket. (2013). *Tvåstegsdiken - ett steg i rätt riktning*. (Rapport 2013:15).  
Vattenenheten, Jönköping  
[https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra13\\_15.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra13_15.pdf)  
[Hämtad 27 Mar 2023]

Klimatkompensera. (u.å.). *Introduktion*. <https://klimatkompensera.se/klimathandboken/>  
[Hämtad 1 Mar 2023]

Konkurrensverket. (u.å.). *Konkurrensbegränsande offentlig säljverksamhet.*

<https://www.konkurrensverket.se/konkurrens/lagar-och-regler/konkurrensbegransande-offentlig-saljverksamhet/> [Hämtad 9 Mar 2023]

Lal, Rattan. (2008). *Carbon sequestration.*

<https://sci-hub.ru/https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2185> [Hämtad 13 Apr 2023]

Länsstyrelsen. (2022). *Helsingborgs kommun.*

<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2b1344c417a75f02ce015b5/1664191443097/Helsingborgs%20kommun.pdf> [Hämtad 9 Mar 2023]

Miljöbarometern. (2018). *Biokol för bättre växtbäddar.*

<https://miljobarometern.stockholm.se/natur/atgarder/stockholmsovergripande-atgarder/biokol-for-battre-vaxtbaddar/> [Hämtad 13 Mar 2023]

Nationella emissionsdatabasen. (u.å.). *Helsingborg- Alla- Alla- Växthusgaser totalt.*

<https://nationellaemissionsdatabasen.smhi.se/> [Hämtad 16 Mars 2023]

Naturskyddsföreningen. (2021). *Frågor och svar om klimatkompensation.*

<https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/fragor-och-svar-om-klimatkompensation/> [Hämtad 1 Mar 2023]

Naturskyddsföreningen. (2022). *Hur fungerar växthuseffekten?*

<https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vaxthuseffekten/> [Hämtad 10 Feb 2023]

Naturvårdsverket. (u.å.). *Bidrag för att anlägga, återväta eller restaurera våtmarker.*

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/bidrag-som-stod-for-att-anlagga-atervata-eller-restaurera-vatmarker/> [Hämtad 29 Mar 2023]

Naturvårdsverket. (u.å.). *Koldioxidavskiljning och lagring (CCS).*

<https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/miljoarbete-i-eu/koldioxidavskiljning-och-lagring> [Hämtad 9 Feb 2023]



Naturvårdsverket. *Koldioxid (CO<sub>2</sub>)*.

<https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Vaxthusgaser/Koldioxid/> [Hämtad 16 Mar 2023]

Naturvårdsverket. (u.å.). *Vad är våtmark?*

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vad-ar-vatmark/>

[Hämtad 6 Feb 2023]

Naturvårdsverket. (u.å.). *Våtmark*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/>

[Hämtad 6 Feb 2023]

Naturvårdsverket. (u.å.). *Våtmarker och klimat*.

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vatmarker-och-klimat/> [Hämtad 10

Feb 2023]

Naturvårdsverket. (u.å.). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*.

<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/> [Hämtad 16 Mar 2023]

News Center. (2020). *Global Methane Emissions Soaring, But How Much Was Due to Wetlands?*

<https://newscenter.lbl.gov/2020/08/13/global-methane-emissions-soaring-but-how-much-was-due-to-wetlands/> [Hämtad 22 Feb 2023]

Nyquist, A. (2021). *CCS- lösning eller nya problem?*

<https://supermiljobloggen.se/miljofakta/ccs-losning-eller-nya-problem/> [Hämtad 8 Maj 2023]

Nowak, Katarzyna. (2021). *Carbon storage in free water surface constructed*

*wetlands in southern Sweden*. [Examensarbete/Masteruppsats, Halmstad universitet].

DIVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1573483/FULLTEXT02>

[Hämtad 26 Jun 2023]

Skogsstyrelsen. (2021). *Skogens roll för klimatet*.

<https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/skog-och-klimat/skogens-roll-for-klimatet/>

[Hämtad 13 Feb 2023]

SLU. (2022). *Tvåstegsdiken*.

<https://www.slu.se/institutioner/mark-miljo/samverkan/goodla/filmer/tvastegsdiken/>

[Hämtad 27 Mar 2023]

Socialdemokraterna. (2019). *Motion om klimatkompensation och koldioxidlagring*.

<https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1971801> [Hämtad 1 Mar 2023]

Statista. (2023). *Carbon dioxide emissions in Norway 1970-2021*.

<https://www.statista.com/statistics/449787/co2-emissions-norway/> [Hämtad 8 Jun 2023]

Sundquist. E., Burruss. R., Faulkner. S., Gleason. R., Harden. J., Kharaka. Y., Tieszen, L., Waldrop. M. (2008). *Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change*. South Dakota, USGS Organization.

[https://sites.middlebury.edu/biol0490a-s11/files/2011/01/C\\_sequestration\\_USGSFactSheet.pdf](https://sites.middlebury.edu/biol0490a-s11/files/2011/01/C_sequestration_USGSFactSheet.pdf)

f

The Conservation Fund. (u.å.). *Green Infrastructure and Ecosystem Services Assessment*. The conservation fund, Texas

[https://www.conservationfund.org/images/projects/files/Houston\\_Galveston\\_Report.pdf](https://www.conservationfund.org/images/projects/files/Houston_Galveston_Report.pdf)

[Hämtad 22 Feb 2023]

UNFCCC. (2021). *A Beginner's Guide to Climate Neutrality*.

<https://unfccc.int/blog/a-beginner-s-guide-to-climate-neutrality> [Hämtad 30 Jan 2023]

UNFCCC. (u.å.). *The Clean Development Mechanism*.

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism> [Hämtad 10 Mar 2023]

USGS. (2020). *Understanding and Predicting Wetland Methane Emissions*.

<https://www.usgs.gov/news/understanding-and-predicting-wetland-methane-emissions>

[Hämtad 22 Feb 2023]

Viable Cities. (u.å.). *Klimatneutrala städer 2030*.

<https://www.viablecities.se/klimatneutrala-stader-2030> [Hämtad 16 Mar 2023]

Wexthuset. (2019). *Vad är biokol?*

<https://www.wexthuset.com/fakta-och-rad/odling-tradgard-fragor-svar/jord-godsling-kompost-ering-vaxtnaring/anv%C3%A4ndning-beskrivning-av-biokol-i-tradgard>

[Hämtad 7 Feb 2023]

Öresundskraft. (u.å.). <https://www.oresundskraft.se/foretag/ccs-negativa-utslappsverifikat/>

[Hämtad 9 Feb 2023]

# Bilagor

## Bilaga 1

Bilaga 1 redovisar de beräkningar som en ekolog på Helsingborgs kommun (2023) gjort för kolbindning i skogen.

### Beräkning av kolinnehåll i uppvuxen ädellövskog utifrån verkligt exempel.

- Uppvuxen ädellövskog kan ha: 270 kbm/ha.
- Boniteten uppskattas till 7,1 kbm/ha och år.
- 1 kbm gran innehåller cirka 1 ton koldioxid.
- Ek, bok, avenbok, med flera har högre densitet, cirka **1,5 ton/kbm**
  
- 1 hektar uppvuxen ädellövskog innehåller  $270 \cdot 1,5 = 400$  ton kol.
- Minst lika mycket kol finns bundet i marken, 400 ton kol (?)
- **800 ton kol per hektar uppvuxen ädellövskog.**

2023-03-03  
Sida 3

### Tillväxt och inlagring under 100 år

- Tillväxten är cirka 7 kbm/hektar och år,
- $7 \cdot 1,5 = 10$  ton koldioxid/hektar och år
- Åldern är cirka 120 år – skogen kan växa i minst 100 år till.
- $10 \cdot 100$  år = **1000 ton koldioxid per hektar skog som skyddas.**
  
- Dessutom sparas död ved, minst 20 men helst 40 kbm/hektar enligt stadens riktlinjer.

2023-03-03  
Sida 4

## Kolsänka i uppvuxen skog

- Uppvuxen skog minus virke som blir långvarig kolsänka (20%):
  - $0,8 \cdot 270 \cdot 1,5 = 320$  ton
  - Kol bundet i mark: 400 ton
  - Kol bundet i död ved:  $20 \text{ km} \cdot 1,5 = 30$  ton
  - **$320 + 400 + 30 = 750$  ton kol/hektar**
- Kolsänka på hundra år:  $10 \text{ ton} \cdot 100 \text{ år} = 1000$  ton/hektar
- **Summa: 1750 ton kol per hektar bevaras och lagras in under 100 år**

2023-03-03  
Sida 5

## Potentialen i uppvuxen skog i Helsingborg

I Helsingborg finns det omkring 3000 hektar skogsmark inklusive naturliga planteringar och grönområden i tätorterna. All trädburen mark är inte gammal. För att förenkla bedöms hälften av kolinnehållet jämfört med en gammal skog finnas i snitt på all trädburen mark.

Befintlig kolsänka är då idag:  $3000 \cdot 325 (750/2) = 1$  miljoner ton kol inkl. kol i mark

Potentialen om skogen får växa till:  $3000 \cdot 5$  (halva boniteten \* densiteten per hektar) = **15 000 ton kol/år**. (halva inbindningen jämfört med uppvuxen skog). Ger 1,5 miljoner ton kol på 100 år.

Totalt: 1 miljoner ton kol kan behållas och 1,5 miljoner ton kol kan bindas in i nuvarande skogsmark sett över 100 år.

2023-03-03  
Sida 6

## Kostnad per ton bundet kol

- Uppvuxen ädellövskog i Helsingborg kostar högt räknat 300 000 kr/hektar och håller cirka 1000 ton inklusive kol i mark och död ved.
- Priset per ton kol blir då 300 kr
- Motsvarar prisläget för olika kompensationsföretag som Vi-skogen, Zeroemission, South pole (200-300 kr/ton)
- CCS-anläggningar kostar mellan **1100-2000 kr/ton**
- 5-9 ggr dyrare med CCS-anläggning än att skydda befintlig ädellövskog.

2023-03-03  
Sida 7