

LCA AV SOLCELLSPARK OCH NOLLALTERNATIVET RINKABY SÖDRA



Uppdrag: 333297 MKB Växjö Rinkaby 3:3
Titel på rapport: LCA av solcellspark och nollalternativet Rinkaby
Södra
Status: Slutrapport
Datum: 2024-05-07

Medverkande

Beställare: Solkompaniet Sverige AB
Kontaktperson: Mia Karlsson
Konsult: Alice Hallberg
Uppdragsansvarig: Felicia Frise
Kvalitetsgranskare: Anna Pantze

Innehållsförteckning

1 Bakgrund och syfte	4
2 Metod	4
2.1 Skogsavverkning, kolförråd och kolinlagring	6
2.2 Nollalternativet	7
2.3 Solceller	9
2.4 Förändrad elmix	10
2.4.1 Marginalel	10
2.4.2 Överföringsbegränsningar	12
2.5 Tolkning av resultat	13
2.6 Översikt över antaganden	14
3 Diskussion	14
4 Referenser	16

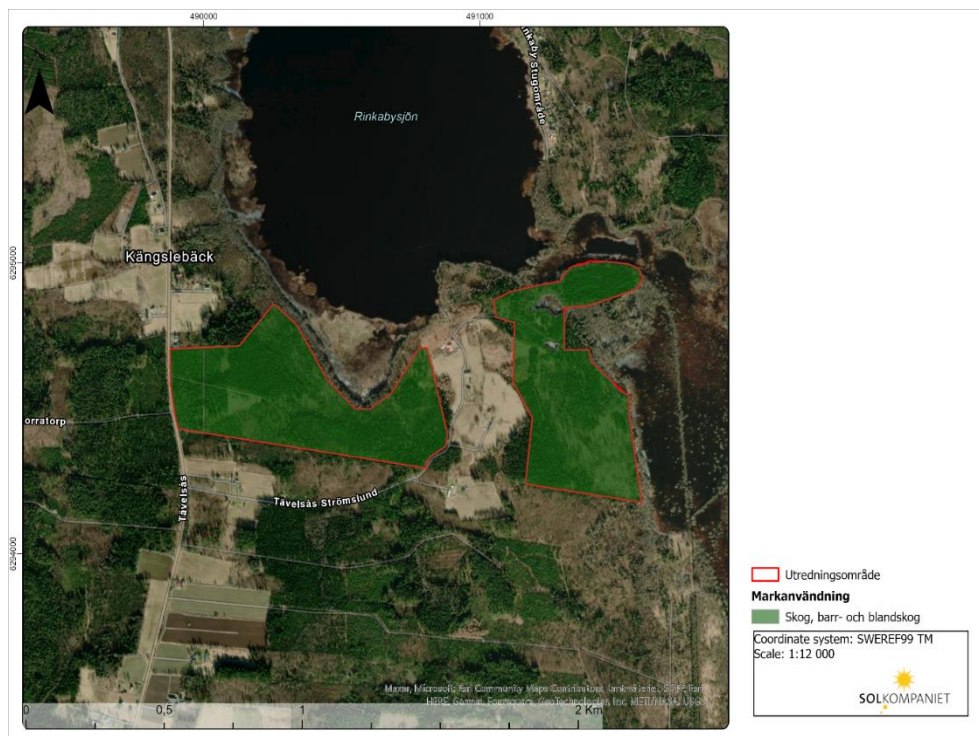
1 Bakgrund och syfte

Rinkaby 3:3 är ett område utanför Växjö som planeras bli en solcellspark. Området har idag blandad vegetation och skogstyper, som planeras att avverkas för att göra plats för solcellspaneler. I och med detta har en livscykelanalys (LCA) tagits fram för att undersöka vilken klimatpåverkan som projektet bidrar med, det vill säga vilka utsläpp av växthusgaser som projektet resulterar i. Även vilken klimatpåverkan som blir utfallet om projektet inte genomförs, vilket kallas *nollalternativet*, har undersökts i denna LCA.

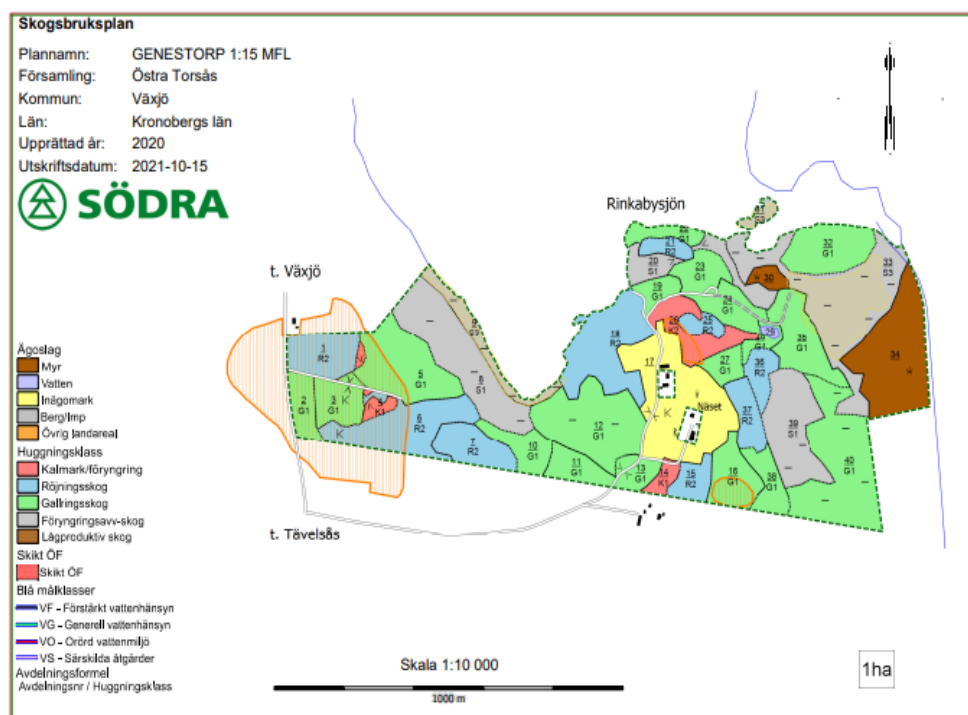
2 Metod

I denna LCA har två olika scenariers klimatpåverkan undersökts. Det första har varit effekterna av att skog i området Rinkaby 3:3 avverkas och att en solcellspark på ytan istället installeras. Det andra har varit nollalternativet, det vill säga att projektet inte genomförs och skogen i området bevaras. Klimatpåverkan uttryckt i koldioxidekvivalenter (CO₂e) för de två olika scenarierna har varit fokus i denna LCA. Studieperioden i denna LCA har varit 30 år.

Med hjälp av kartor över planerad utformning av solcellsparken, skogsbruksplan, miljövarudeklaration (Environmental Product Declaration, EPD) på solcellsmodulerna samt emissionsfaktorer av avverkad skog (avlägsnad kolsänka samt dieselanvändning) har klimatpåverkan beräknats för de två scenarierna. Beräkningarna har gjorts i Excel.



Figur 1: Utredningsområde för planerad anläggning av solceller, kallat projektområdet.



Figur 2: Områdets delområden och typer av skog- och markslag (Skogsbruksplan 2020).

Med hjälp av figur 1 och 2 har projektområdets olika skog- och markslag kunnat kartläggas. I de fall där delområdet endast till viss del ingår i projektområdet, har andelen av delområdet som ingår i projektområdet approximerats genom avläsning och jämförelse av figur 1 och 2. Andelen har sedan multiplicerats med delområdets totala area, se tabell 1. De olika skog- och markslagen har kategoriserats i så kallade huggningsklasser; Gallringsskog (G1), Äldre rönningsskog (R2), Kalmark återväxtåtgärder kvarstår (K1), Kalmark där återväxtåtgärder är utförda (K2), Slutavverkningsbar skog (S1), samt Äldre skog som ej bör föryngringsavverkas (S3) (Skogsbruksplan 2020).

Tabell 1: Klassificering och area av delområden i projektområdet.

Delområde	Huggningsklass	Delområdets area [ha]	Procent inom projektområdet [%]	Area inom projektområdet [ha]
1	R2	2,3	100	2,3
2	G1	1,2	100	1,2
3	G1	1,7	100	1,7
4	K1	0,5	100	0,5
5	G1	4,3	100	4,3
6	R2	4,2	100	4,2
7	R2	2	100	2
8	S1	5,5	100	5,5
10	G1	1,5	100	1,5
11	G1	1,3	100	1,3
12	G1	5,2	100	5,2
13	G1	1	25	0,25
16	G1	2,1	50	1,05

18	R2	4,6	50	2,3
23	G1	1,4	50	0,7
24	G1	1,6	75	1,2
26	K2	2,2	25	0,55
27	G1	0,9	50	0,45
28	G1	0,5	100	0,5
32	G1	3	100	3
33	S3	7,8	25	1,95
35	G1	2,9	75	2,18
36	R2	1	100	1
37	R2	1,4	100	1,4
38	G1	1,4	100	1,4
39	S1	4	100	4
40	G1	6,5	100	6,5
Total area projektområdet:				58,13 ha

2.1 Skogsavverkning, kolförråd och kolinlagring

För att beräkna mängden vegetation som finns i projektområdet, och nuvarande kolförråd samt årlig kolinlagring, har siffror för delområdets virkesförråd använts i beräkningar. Virkesförråd anges i enheten kubikmeter skog, viket skrivs m³sk. Samma metod har använts för att beräkna det totala virkesförrådet i projektområdet och totala arean för projektområdet, se tabell 2.

Tabell 2: Virkesförråd i projektområdet.

Delområde	Virkesförråd i delområde [m ³ sk]	Uppskattad procent inom projektområdet [%]	Virkesförråd inom projektområdet [ha]
1	45	100	45
2	86	100	86
3	307	100	307
4	0	100	0
5	634	100	634
6	42	100	42
7	51	100	51
8	549	100	549
10	241	100	241
11	165	100	165
12	230	100	230
13	130	25	32,5
16	509	50	254,5
18	92	50	46
23	316	50	158
24	129	75	96,8
26	2	25	0,5
27	53	50	26,5
28	59	100	59
32	389	100	389
33	1243	25	311
35	275	75	206,3
36	21	100	21
37	62	100	62
38	123	100	123
39	587	100	587
40	421	100	421
Totalt virkesförråd projektområdet			5144 m³sk

Projektområdets vegetation antas avverkas för att göra plats åt solceller om projektet genomförs. Delområdets huggningsklass avgör vad avverkad vegetation kan användas till. Huggningsklasserna S1 och S3 (se tabell 1) antas till ca 50% kunna bli träprodukter, därför förblir halva kolinnehållet en kolsänka eftersom ca 50% blir sågspån och eldas. Resterande vegetation som avverkas antas bli spån och förbränns i kraftvärmeverk eller användas i papper, kartong eller andra produkter med kort livslängd som bryts ned eller förbränns inom två år och som leder till utsläpp av koldioxid (Svenskt Trä u.å.). Tabell 3 redovisar kolsänkan som blir vid avverkning av projektområdet.

Tabell 3: Kolsänka vid avverkning i projektområdet.

Delområde	Huggningsklass	Virkesförråd [m³sk]	Andel kolsänka vid avverkning [%]	Kolinlagring vid avverkning [m³sk]
8	S1	549	50	274,5
33	S3	311	50	155
39	S1	587	50	293,5
Total kolsänka i träprodukter vid avverkning				723 m³sk

Trafikverkets Klimatkalkyl 7.0 innehåller emissionsfaktorer för avverkad skog och minskad kolsänka. Emissionsfaktor för skogsavverkning, vilket antas använda diesel som drivmedel, är 5,5 kg CO₂e/m³sk. Emissionsfaktor från skogens minskade kolförråd är 716,55 kg CO₂e/m³sk.

Tabell 4: Utsläpp från förbränning och dieselanvändning vid avverkning av projektområdet.

Projektområdets virkesförråd [m³sk]	Kolinlagring vid avverkning [m³sk]	Förbränningsmaterial [m³sk]	Utsläpp från förbränning [ton CO ₂ e]	Utsläpp från dieselanvändning [ton CO ₂ e]
5144	723	4420	3 167	28
Totalt utsläpp från förbränning och dieselanvändning vid avverkning				3 196 ton CO₂e

Samtidigt som skogen avverkas och till viss del förbränns sker också en utebliven upptagning av kol i och med att vegetationen försvinner från området. Denna siffra beräknas i avsnitt 2.2 Nollalternativet.

2.2 Nollalternativet

Om projektet inte genomförs antar området brukas enligt den skogsbruksplan som finns upprättad för Rinkaby 3:3 (2020). I denna beskrivs hur viss röjning och gallring kommer att ske för att gynna skogensbrukets produktion. Överlag antas virkesförrådet öka under skogsbruksplanens tidsintervall, mellan år 2020 och 2030. Det totala virkesförrådet vid tidsintervallets början, år 2020, är enligt skogsbruksplanen 7 530 m³sk, och kommer till år 2030 ha ökat till 12 696 m³sk. Denna siffra förutsätter att skogsbruksplanen följs och genomförs, där viss gallring och röjning ingår. Detta ger en ökning av virkesförrådet med 5 166 m³sk under

perioden, vilket kan förenklas till 516,6 m³sk/år. För att förenkla beräkningar antas virkesförrådet för hela området öka i samma takt under ytterligare 20 år, till och med år 2050.

Virkesförrådet för hela området är enligt skogsbruksplanen 7 530 m³sk år 2020.

Utav detta har projektområdets virkesförråd beräknats till 5 144 m³sk.

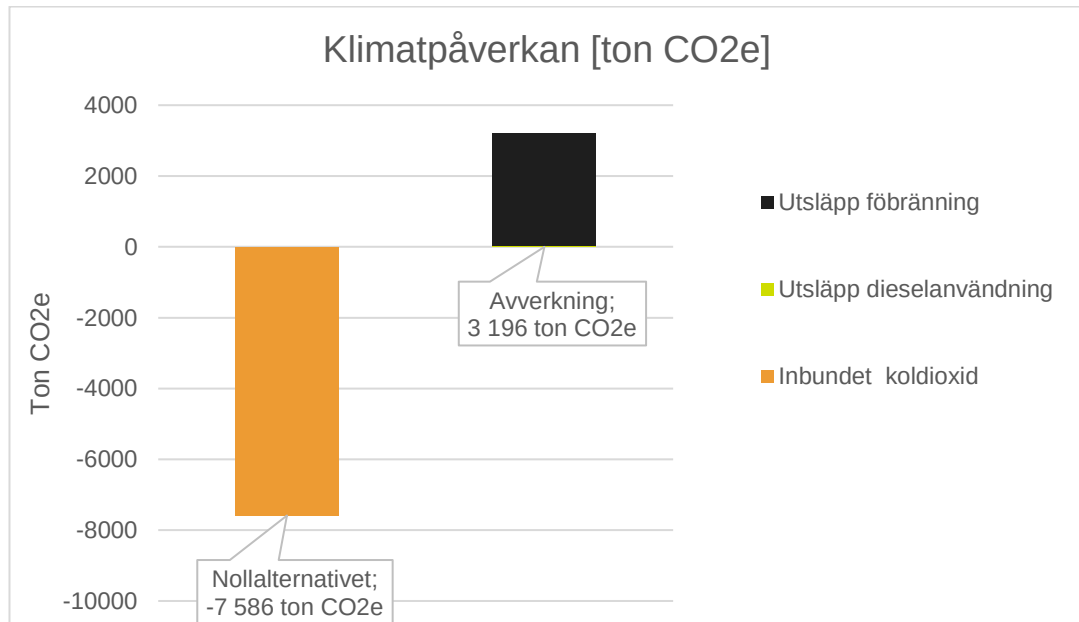
Projektområdet innehåller därför 68% av det totala virkesförrådet i området.

Ökningen av virkesförrådet inom projektområdet antas därför vara 68% av den årliga ökningen av hela området, vilket var 516,6 m³sk/år. Detta beräknas till cirka 352,9 m³sk/år tillväxt inom projektområdet.

Enligt Trafikverkets Klimatkalkyl leder skogsavverkning till utsläpp av växthusgaser, närmare bestämt 716,55 kg CO₂e/m³sk, när kolsänkor i vegetationen försvinner. Om skogen istället växer och ökar sitt virkesförråd, kommer kolsänkor att öka när koldioxid binds in i vegetationen. Storleken av denna ökande kolinlagring vid tillväxt antas vara av samma storlek som minskande kolinlagring vid avverkning, 716,55 kg CO₂e/m³sk. Den totala mängden koldioxid som antas bindas in under 30 år redovisas i tabell 3.

Tabell 5: Ökad kolinlagring i och med nollalternativet.

Ökning av virkesförråd för projektområdet [m ³ sk/år]	Tidsperiod [år]	Total ökning av virkesförrådet under tidsperioden [m ³ sk]	Kolinlagring vid tillväxt [kg CO ₂ e/m ³ sk]	Inbundet kol under tidsperioden [ton CO ₂]
352,9	30	10 587	716,55	7 585,9



Figur 3: Klimatpåverkan för nollalternativet och skogsavverkning i projektområdet.

2.3 Solceller

För att beräkna klimatpåverkan från solceller har data från en EPD använts från JA Solar (2021). I denna ingår utsläpp av växthusgaser i och med de olika stadierna i solcellerna livscykel. Livscykel stadier som har inkluderats i EPD redovisas i tabell 6. EPD är baserad på en solcellspark med effekten 20 MW.

Tabell 6: Livscykelstadier inkluderat i EPD för solcellsmoduler samt antaganden i EPD studien.

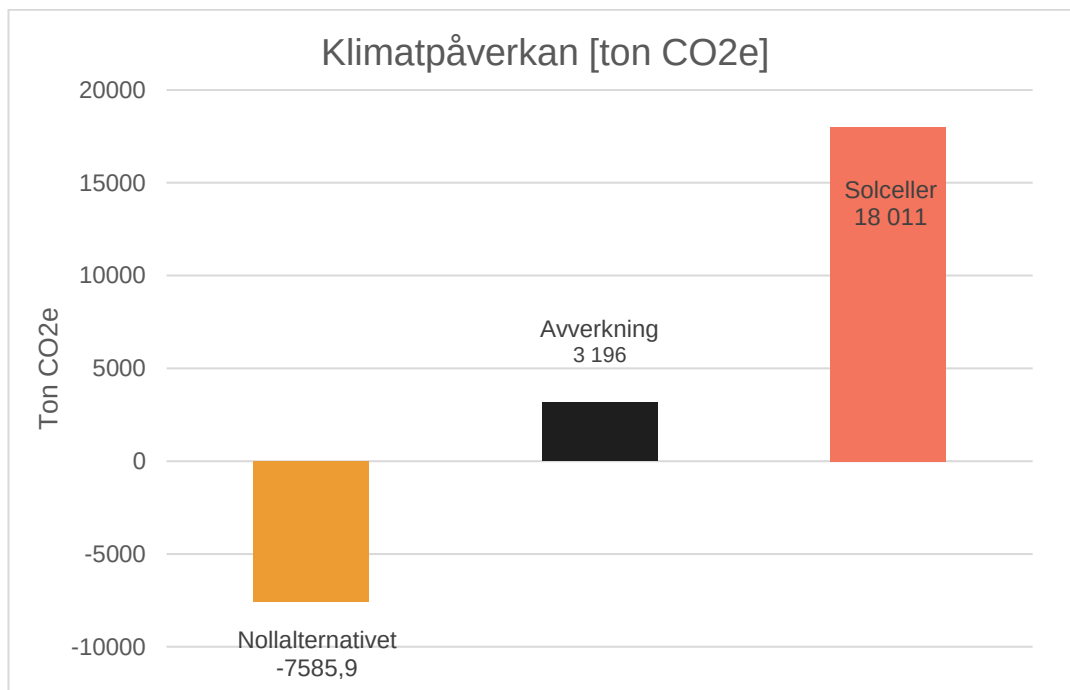
Livscykelstadie	Förkortning	Antaganden
Utvinning av råmaterial	A1	
Transport (till produktion)	A2	
Produktion	A3	
Transport (från produktion till projektområde)	A4	625 km
Installation	A5	
Underhåll	B2	30 år
Dekonstruktion	C1	Antar samma arbete som vid Installation (A5)
Transport (från projektområde)	C2	200 km
Avfallshantering	C3	Antar samma arbete som vid Produktion (A3)
Bortskaffande	C4	

Klimatpåverkan från solcellerna redovisas i EPD som kg CO₂e per producerad kilowattimme (kWh) för fyra olika modeller (JA Solar 2021). Ett medelvärde av dessa fyra olika modeller beräknades till 0,0176 kg CO₂e/kWh.

Den totala mängden el som solcellerna kan producera under tidsperioden 30 år är enligt EPD cirka 1 022 GWh. I Tabell 7 redovisas den totala klimatpåverkan från solcellsmoduler. I figur 4 redovisas den totala klimatpåverkan för skogsavverkning och installation av solcellspark i förhållande till nollalternativet

Tabell 7: Klimatpåverkan från solceller.

Klimatpåverkan [kg CO ₂ e/kWh]	Förväntad produktion 30 år [GWh]	Total klimatpåverkan 30 år [ton CO ₂ e]
0,0176	1 022	18 011



Figur 4: Klimatpåverkan för nollalternativet, skogsavverkning och installation av solceller.

2.4 Förändrad elmix

I och med projektets genomförande kommer el från solceller att produceras. I Sverige är andelen el från solceller cirka 1 % (Svenska Kraftnät 2023). Om Rinkabys solcellspark ansluts till kraftnätet kommer andelen el från solceller att öka, och därmed förändra den så kallade elmixen. Förutom solenergi kommer elen på kraftnätet också från vattenkraft, vindkraft, kärnkraft och värmeverk (Svenska Kraftnät 2023). Klimatpåverkan från el beror således på elmixen i det ögonblick som elen används. Exakt vilka klimatbesparingar som solcellsparkens produktion av el bidrar med är därför svårt att beräkna. En metod för att beräkna hur tillskottet av solenergi påverkar energimixen och följaktligen klimatpåverkan från elkonsumtion är att anta att denna ersätter den el vars produktion är relativt dynamisk, så kallad *marginalel* (Profu 2023).

2.4.1 Marginalel

Marginalel kallas den el som snabbt justeras efter efterfrågan och tillgång, och utgörs till stor del av el från kol och naturgas (Profu 2023). Produktion av denna typ av el har generellt höga rörliga kostnader (Profu 2023). I tabell 8 så presenteras resultatet av minskad klimatpåverkan när el från solceller "trycker undan" el från kol och naturgas. Siffran för marginalelen är beräknad för år 2022, och representerar Nordeuropeisk marginalel, samt inkluderar så kallade "uppströmsutsläpp" vilket är

utsläpp från bland annat produktion och transport av bränsle till elproduktionen (Profu 2023).

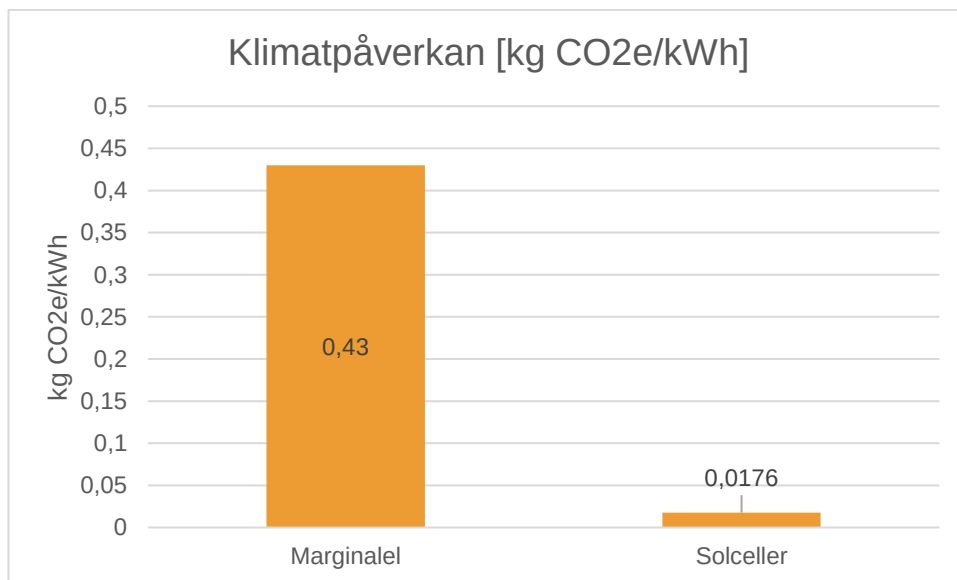
Tabell 8: Minskad klimatpåverkan då solenergi antas ersätta marginalet (marginalet för år 2022).

Marginalet [kg CO ₂ /MWh]	El från solceller [kg CO ₂ /MWh]	Minskad klimatpåverkan [kg CO ₂ /MWh]	Minskad klimatpåverkan [%]
430	17,6	412,4	96

Över en 30-årsperiod beräknas solcellsparken kunna producera cirka 1 022 GWh. Minskad klimatpåverkan om solcellsparkens elproduktion helt ersätter den Nordeuropeiska marginalet redovisas i tabell 9. Figur 5 visar klimatpåverkan från solceller respektive klimatpåverkan från marginalet per producerad kilowattimme (värde från år 2022).

Tabell 9: Minskad klimatpåverkan som el från solcellsparken ersätter el från kol och naturgas.

Produktion solcellspark [GWh]	Minskad klimatpåverkan [kg CO ₂ /MWh]	Minskad klimatpåverkan [ton CO ₂ e]
1 022	412,4	418 700

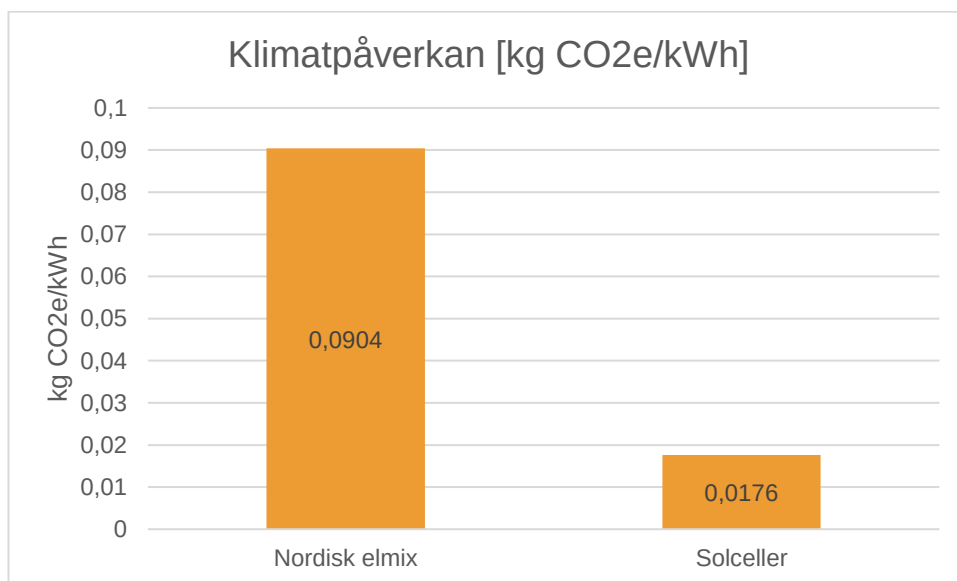


Figur 5: Klimatpåverkan från solceller respektive marginalet per kilowattimme.

2.4.2 Överföringsbegränsningar

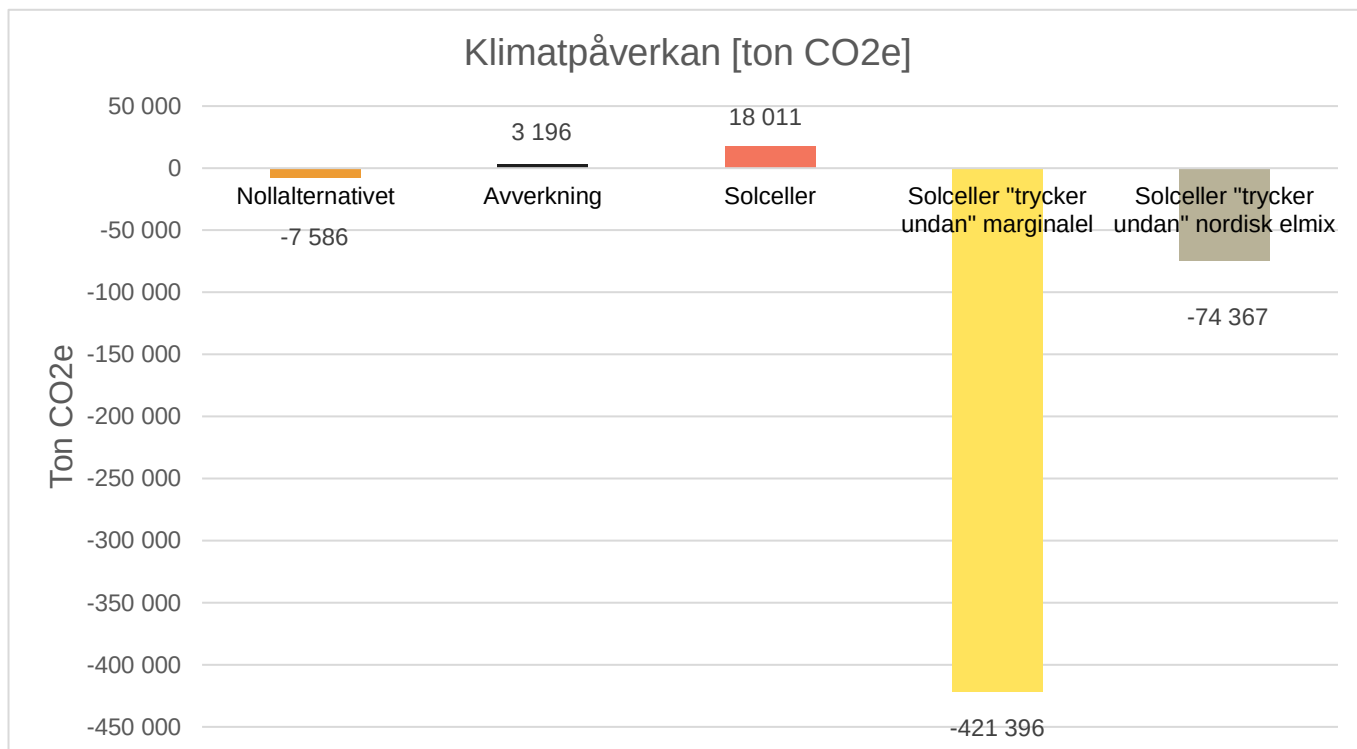
Antagandet att el från solceller helt kan ersätta el från mer klimatpåverkande energikällor förenklar problemet och de faktiska konsekvenserna i och med projektet. Sveriges kraftnät är inte isolerat utan till viss grad sammankopplat med närliggande länders kraftnät. De tre vanliga avgränsningarna som görs gällande kraftnätet är Sverige, Norden och Europa. Det finns dock begränsningar i hur mycket el som kan transporteras, vilket kan benämnas som på grund av "flaskhals" (Svenska Kraftnät 2020). Det går därför inte med säkerhet anta att elproduktionen i en viss del av Europas kraftnät helt kan ersätta produktionen i en annan del. Resultatet som redovisas i figur 5 bör därför även vägas mot överföringskapaciteten i kraftnätet.

Vidare går det inte heller att anta att solceller helt kan ersätta den så kallade marginaelen, eftersom det alltid finns en så kallad *baskraft* i kraftnätet som producerar el (Profu 2023). Baskraften utgörs av el producerad från bland annat vattenkraft och kärnkraft (Profu 2023). Klimatpåverkan från solceller kan därför jämföras med nordisk elmix, som till viss del består av el från vattenkraft och kärnkraft (IVL Svenska Miljöinstitutet 2021). En genomsnittlig emissionsfaktor för åren 2016 – 2018 beräknades av IVL Svenska Miljöinstitutet (2021) till 90,4 g CO₂e/kWh, där import och export av el också inkluderats. Detta redovisas i figur 6.



Figur 6: Klimatpåverkan från nordisk elmix (medelvärde från 2016–2018) och från solceller per kilowattimme.

För att få en överblick över hur minskad klimatpåverkan i och med förändrad elmix, det vill säga att solceller "trycker undan" marginalet eller nordisk elmix, visas i figur 7 en sammanställning av klimatpåverkan över 30 år.



Figur 7: Klimatpåverkan över en 30-årsperiod för nollalternativet, skogsavverkning, produktion och installation av solceller samt scenarierna att el från solceller "trycker undan" marginalet respektive nordisk elmix.

2.5 Tolkning av resultat

Enligt resultat redovisade i avsnitt 2.2 leder nollalternativet till upptag av koldioxid, beräknat till cirka 7 600 ton CO₂e. I avsnitt 2.3 redovisas den direkta klimatpåverkan från upprättandet av solcellsparken, vilket inkluderar skogsavverkning och produktion av solcellsmoduler. Den direkta klimatpåverkan från anläggning av solcellspark summerades till ett utsläpp av växthusgaser på cirka 21 200 ton CO₂e (se figur 4).

Om endast nollalternativet jämförs med skogsavverkning samt solcellsproduktion är nollalternativet fördelaktigt ur ett klimatperspektiv. Men eftersom solceller producerar el med relativt låg klimatpåverkan per kilowattimme (se figur 5 och 6) kan solceller bidra till mindre utsläpp av växthusgaser, genom indirekt uteblivet växthusgasutsläpp från energikällor med högre klimatpåverkan per kilowattimme. På grund av de stora osäkerheterna gällande hur tillskottet av solenergi påverkar det komplexa elnätet kan dock ingen exakt siffra beräknas av potentiellt uteblivet växthusgasutsläpp. I denna rapport har istället två scenarion undersökts, se figur 7. Dels då tillskottet av solenergi från solcellsparken "trycker undan" (ersätter) marginalet, och dels då solenergin "trycker undan" nordisk elmix. Beräkningar för dessa två scenarier byggdes på antagandet att den totala elproduktionen under solparkens livstid (1 022 GWh) ersätter samma mängd el av typerna marginalet

och nordisk elmix respektive. Det uteblivna utsläppet av växthusgaser är vad som presenteras i de två högra staplarna i figur 7. Att el från solcellsparken ersätter endast en typ av el är dock inte troligt. Men från figur 7 kan en översiktlig bild fås över storleksordningen på minskade växthusgasutsläpp som följer när el från solenergi ersätter två andra energislag, vilket anses relevant att väga in i jämförelsen mellan nollalternativet och solparksetablering.

2.6 Översikt över antaganden

Nedan beskrivs antaganden som gjorts för att beräkna klimatpåverkan från etableringen av solcellsparken inom Rinkaby 3:3, samt nollalternativet.

- Solcellerna har en antaganden livslängd på 30 år
- Markområdet för solcellsparken har approximerats med hjälp av kartor, figur 1 och 2.
- Virkesförrådet antas öka med samma m³sk per år under hela tidsperioden. Detta anses dock vara ett konservativt antagande.
- Huggningsklasserna S1 och S3 antas delvist kunna användas till träprodukter, och resulterar därmed i en fortsatt kolsänka (utifrån tidsperspektivet i denna LCA) även efter avverkning. Resterande huggningsklasser antas endast kunna användas till förbränning.
- Kolinlagring/utsläpp vid tillväxt/förbränning antas vara 716,55 CO₂e/m³sk (Trafikverket 2023).
- Utsläpp från dieselanvändning vid avverkning antas vara 5,5 CO₂e/m³sk (Trafikverket 2023).
- Utifrån ett livscykelperspektiv resulterar solceller med en klimatpåverkan på 0,0176 kg CO₂e/kWh (JA Solar 2021).
- Solcellerna antas under 30 år kunna producera totalt 1 022 GWh.

3 Diskussion

De ovan redovisade scenarierna att el från solceller "trycker undan" marginalet respektive nordisk elmix förutsätter att solcellerna alltid producerar tillräckligt med el för att helt kunna trycka undan marginalet respektive nordisk elmix. Detta förutsätter också att solcellerna producerar el året runt och alla timmar på dygnet, vilket inte anses troligt. Dock kan med hjälp av figur 5 och 6 en uppskattning fås över vilka minskningar av klimatpåverkan som blir resultatet när solceller faktiskt ersätter marginalet respektive nordisk elmix.

Klimatpåverkan från solceller som redovisas i EPD antar en transportsträcka på 625 km (A4). Denna sträcka antas öka om solceller producerade i Kina, vilket antas i EPD, ska transporteras till Sverige, vilket också då ökar klimatpåverkan för livscykelstadiet A4.

Vidare kan klimatpåverkan per kilowattimme för el producerad av solcellsparken skilja sig från resultatet i denna rapport, eftersom Solkompaniet antar att parken kommer ha en installerad effekt på 31,5 MW (Solceller på marken u.å.). Denna siffra skiljer sig åt effekten som EPD är baserad på, vilket är 20 MW.

4 Referenser

Skogsbruksplan (2020) GENESTORP 1:15 MFL, Kronoberg län, Växjö, Östra Torsås, avser tiden 2023-01-24 – 2030-01-24

JA Solar (2021). *Environmental Product Declaration JAM72D10-XXX/MB, JAM72D20-XXX/MB, JAM72D30-XXX/MB*. [Hämtad: 2023-10-27]

Trafikverket (2023). *Klimatkalkyl 7.0 Modell*. Emissionsfaktorer från byggdelen: "Skogsavverkning, infrastrukturuområde (6.1)" [Modell - Klimatkalkyl \(trafikverket.se\)](#) [Hämtad: 2023-10-23]

Svenska Kraftnät (2023). *Om olika energikällor*. [Om olika energikällor | Svenska kraftnät \(svk.se\)](#) [Hämtad: 2023-10-20]

Profu (2023). *Klimatpåverkan från elproduktion och elkonsumtion för år 2022. Hemkompostering eller Biogasproduktion* [En \(profu.se\)](#) [Hämtad: 2023-10-20]

Svenska Kraftnät (2020). *Vad är flaskhals och varför uppstår flaskhalsar i transmissionsnätet?* [Vad är en flaskhals och varför uppstår flaskhalsar i transmissionsnätet? | Svenska kraftnät \(svk.se\)](#) [Hämtad: 2023-10-23]

Svenskt Trä (u.å.). *Från råvara till material*. [Från råvara till material - Svenskt Trä \(svenskttra.se\)](#) [Hämtad: 2023-10-27]

IVL Svenska Miljöinstitutet (2021). *Emissionsfaktorer för nordisk elmix med hänsyn till import och export*. [Emissionsfaktorer för nordisk elmix med hänsyn till import och export - IVL.se](#) [Hämtad: 2023-10-27]

Solceller på marken (u.å.). *Solpark Rinkaby 3:3, Växjö*. [Växjö Rinkaby 3:3 - Solceller på Marken \(solcellerpamarken.se\)](#) [Hämtad: 2023-10-30]