



KLIMATHANDAVTRYCK FÖR KVARNBACKENS HYBRIDPROJEKT

23.08.2024

INNEHÅLL

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | SAMMANFATTNING | 4 |
| 2 | BAKGRUND | 5 |
| 3 | KOLDIOXIDAVTRYCK | 7 |
| 3.1 | Vindkraft | 7 |
| 3.2 | Solkraft | 8 |
| 3.3 | Kraftledning | 9 |
| 3.4 | Kolsänka..... | 10 |
| 3.4.1 | Avverkning av skog i samband med vindkraftverk | 11 |
| 3.4.2 | Avverkning av skog i samband med solkraftsparken..... | 11 |
| 3.4.3 | Avverkning av skog i samband med kraftledning..... | 11 |
| 3.5 | Resultat..... | 12 |
| 3.6 | Jämförelse mot Finlands framtida utsläpp | 14 |
| 4 | BERÄKNINGAR AV KLIMATHANDAVTRYCK..... | 15 |
| 4.1 | Beräkning av klimathandavtryck | 15 |
| 4.2 | Kritisk granskning av resultat och kommunikation | 16 |
| 5 | INVERKAN PÅ RESULTATEN AV ETT POTENTIELLT ENERGILAGER | 17 |
| 6 | SAMMANFATTNING | 18 |
| 7 | KÄLLOR..... | 19 |

ANSVARFRISKRIVNING

Denna klimathandavtrycksrapport har upprättats i två språkversioner: svenska och finska. Stor omsorg har lagts på att säkerställa att båda versionerna är konsekventa och korrekta. Vid eventuella avvikelser eller skillnader i tolkning mellan de två versionerna ska dock den svenska versionen gälla och betraktas som den auktoritativa texten för alla beslut och åtgärder baserade på denna rapport.

VERSIONSHISTORIK

| Version | Författare, datum | Granskning | Godkänt av | Kort beskrivning |
|---------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| Ver 1 | Christian Granlund, 2.8.2024 | Einari Jänisoja, 23.8.2024 | Einari Jänisoja, 23.8.2024 | Koldioxid- och klimathandavtrycksberäkningar för Kvarnbackens hybridprojekt. |

BEGREPP

- Livscykelanalys** *(Life cycle assessment, LCA) Metod för att analysera och bedöma produktens eller tjänstens miljöpåverkan över hela livscykeln.*
- Koldioxidekvivalent** *(CO₂-ekv. Carbon dioxide equivalent) Enhetsmått för koldioxidavtrycket. Effekten av olika växthusgaser omräknas till motsvarande effekt av koldioxid i atmosfären.*
- Koldioxidavtryck** *Klimatpåverkan från en produkt eller tjänst över hela dess livscykel, uttryckt som koldioxidekvivalenter. Fokuserar på direkta negativa utslagspåverkningar.*
- Klimathandavtryck** *Klimatnytta från en produkt eller tjänst. Berättar hur mycket användaren kan minska sina utsläpp med produkten eller tjänsten. Fokuserar på positiva utslagspåverkningar.*
- Kolreserv** *Den kol som lagras i mark och vegetation genom fotosyntes.*
- Kolsänka** *Årlig tillväxt av kolreservoaren i marken och vegetationen.*
- Hybridprojekt** *Ett projekt som kombinerar både vindkraft och solkraft på samma projektområde.*

1 SAMMANFATTNING

Uppgift:

Beräkningar av Kvarnbackens koldioxidavtryck och klimathandavtryck. Beräkningarna av Kvarnbackens koldioxidavtryck och klimathandavtryck är en del av projektets planläggningsprocess. Denna version av rapporten är gjord för Kvarnbackens planförslag.

Arbetsmetoder:

Beräkningarna av koldioxidavtryck och klimathandavtryck baseras på många olika källor för utsläpp under projektets livscykel samt utsläpp från andra energikällor. Målet under utvärderingen har varit att använda de senaste och mest tillförlitliga källorna.

Beräkningarna av klimatavtryck baseras på ISO 14044 (Livscykelanalys) och ISO 14067 (Klimatavtryck) standarder. Beräkningarna av klimathandavtryck baseras på klimathandavtrycksanvisningen (VTT, 2021).

Resultat:

Analysen av koldioxidavtrycket visar att Kvarnbackens koldioxidavtryck är ungefär 11 g CO₂-ekv. / kWh, medan koldioxidavtrycket för stenkol är cirka 1 000 g CO₂-ekv. / kWh och för naturgas 400–500 CO₂-ekv. / kWh (UNECE, 2021).

Enligt vår analys av klimathandavtrycket för Kvarnbackens hybridprojekt (som inkluderar både vind- och solkraft) beräknas klimathandavtrycket vara 240 g CO₂-ekv/kWh. Utbyggnaden av vind- och solkraft stöder starkt Finlands och EU:s klimatmål.

2 BAKGRUND

Europeiska kommissionen har som mål att minska växthusgasutsläppen med 55 % fram till 2030 jämfört med nivåerna från 1990. Målet är att uppnå klimatneutralitet inom EU fram till 2050 (Miljöministeriet, 2021). Utöver EU:s mål har Finland satt upp sina egna nationella mål, där målet är att uppnå klimatneutralitet senast 2035 och minska växthusgasutsläppen med 80 % fram till 2050 jämfört med nivåerna från 1990 (Miljöministeriet, 2021).

Förnybar energi spelar en avgörande roll för att uppnå dessa mål, eftersom vind- och solkraft avsevärt minskar koldioxidavtrycket från energianvändningen i Finland. Dessutom kan Finlands förnybara energi stödja andra EU-länder i att uppnå sina klimatmål, vilket kommer att beskrivas senare i rapporten.

Effekterna av vind- och solkraftsprojekt på klimatförändringen har traditionellt bedömts genom en livscykelbedömning (Life Cycle Assessment, LCA) av projektets koldioxidavtryck. Även om koldioxidavtrycksmetoden generellt sett utgör grunden för bedömningar av klimatförändringens effekter, fokuserar denna metod främst på de negativa effekterna av en produkt, i detta fall ett vind- eller solkraftsprojekt. Vind- och solkraftsprojekt har en liten negativ påverkan på koldioxidbalansen. Denna påverkan beror främst på utsläppen under tillverkningsprocesserna av vindkraftverk och solpaneler, men även på transporter och minskningen av kolbindning när en del av skogen på projektområdet avverkas.

Vårt förslag är dock att fokus vid bedömningen av klimatförändringens effekter ska ligga på de utsläpp som undviks genom övergången till förnybar energi. Detta har en betydligt större inverkan på koldioxidavtrycket för vind- och solkraftsprojekt och kan belysas genom klimathandavtrycksberäkningar.

Konceptet klimathandavtryck infördes för att framhäva miljöfördelarna med en ny produkt eller tjänst. Principen för klimathandavtryck är att bedöma hur mycket en kund kan minska sitt koldioxidavtryck genom att använda en specifik produkt.

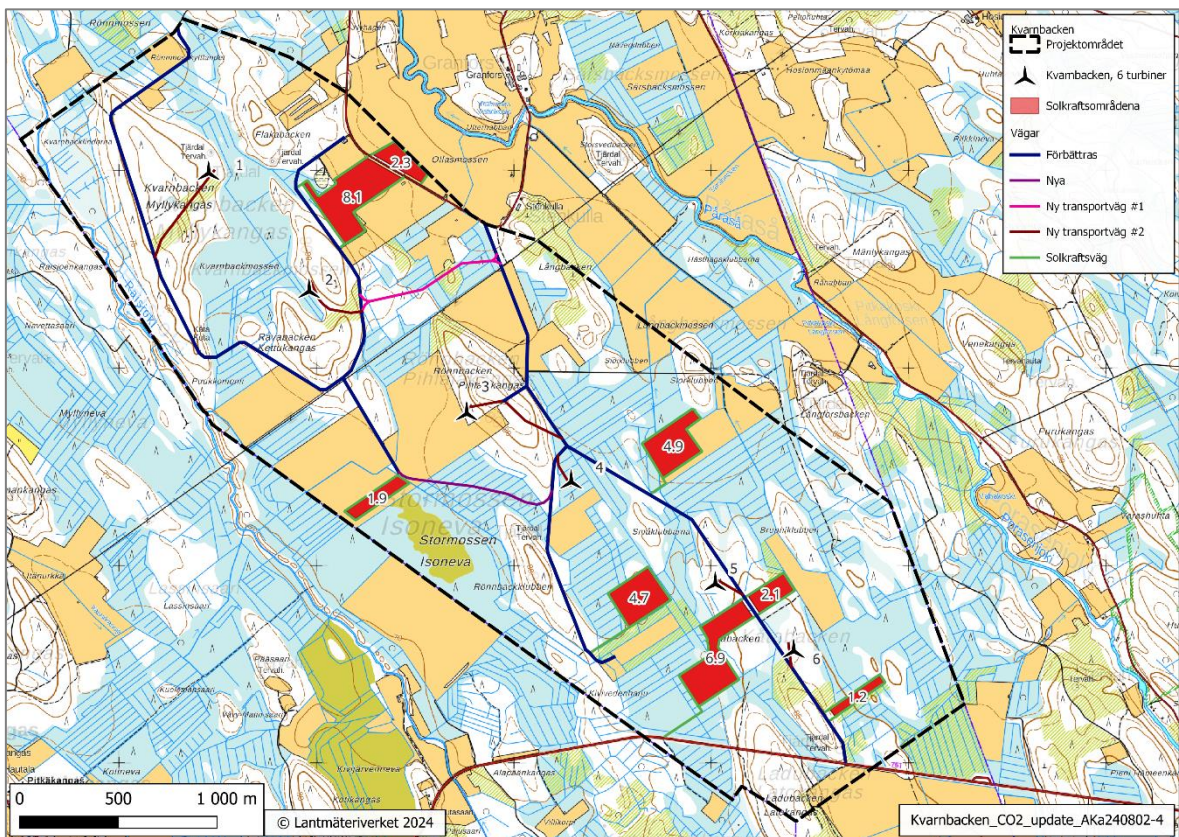


Bild 2. Placeringsplan för sex kraftverk.

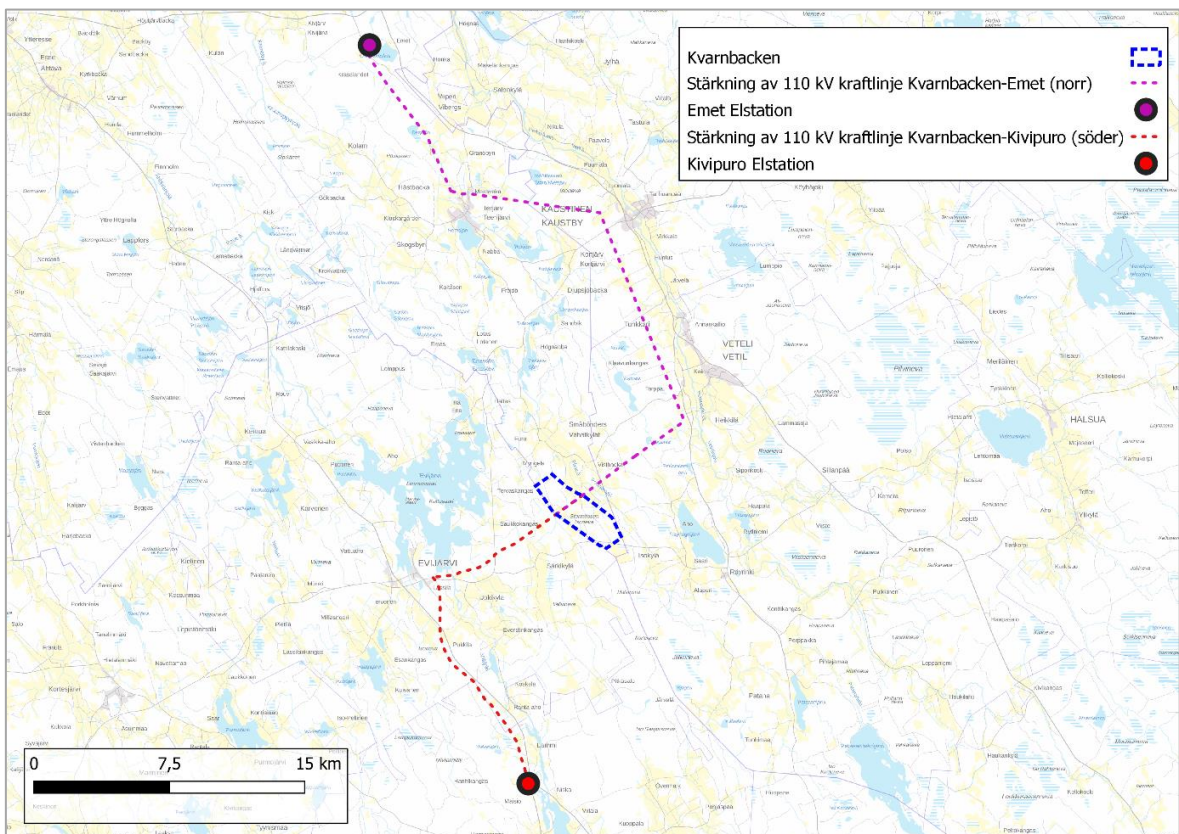


Bild 3. Alternativ för elöverföringslinjen.

3 KOLDIOXIDAVTRYCK

Eftersom klimathandavtrycksberäkningarna är baserade på koldioxidavtryck, börjar vi med att bedöma Kvarnbackens koldioxidavtryck.

3.1 VINDKRAFT

I nyligen genomförda livscykelbedömningar av vindkraftsprojekt har koldioxidavtrycket vanligtvis bedömts vara cirka 6–9 g CO₂-ekv. / kWh (UBA 2021 och Vestas 2023). Med längre livslängd för framtida projekt förväntas koldioxidavtrycket vara något lägre. Största delen av utsläppen kommer från tillverkningen av vindkraftverket (~70–75%), grundkonstruktion (~15%) och kablage (~5%). Utsläppen under installationen (~1%), drift (~5%) och avveckling (~1%) är relativt små i jämförelse med de totala utsläppen (Vestas, 2023).

Antaganden och resultat som används i beräkningen visas i tabellerna nedan. Beräkningsantagandena baseras på flera olika källor. Största delen av beräkningen baseras på en livscykelbedömning för V162 6,2 MW-vindkraftverket (Vestas, 2023) och delvis på en livscykelbedömning för V150 4,2 MW-vindkraftverket (Vestas, 2022), eftersom dessa bedömdes vara de mest pålitliga livscykelbedömningarna för moderna vindkraftverkstyper. Resultaten extrapolerades till den större vindkraftverkstypen som används i denna bedömning. Andra antaganden justerades också för den större vindkraftverkstypen (livslängd, kablage, transport, förlust av kolbindning osv.). Den förväntade livslängden för vindkraftverken och antaganden om återvinning (användning av återvinningskrediter i beräkningen) påverkar koldioxidavtrycket för projektet betydligt (\pm 2–3 g CO₂-ekv. / kWh). Koldioxidavtrycket rapporteras både med och utan återvinningskrediter.

Tabell 1. Antaganden i beräkningar.

| Antagande | 6 kraftverk |
|--------------------------------|---------------|
| Livslängd för vindkraftsparken | 35 år |
| Antal av kraftverk | 6 |
| Maximal höjd av kraftverk | 300 m |
| Rotordiameter | 180 m |
| Höjd av tornet | 210 m |
| Produktion per kraftverk | 26 000 MWh/år |

Tabell 2. Utsläpp av vindkraftverk.

| Källa | Prosentantal | 6 kraftverk t-CO2 |
|---------------------|--------------|---|
| Turbin* | 63 % | 16 069 |
| Grundkonstruktion* | 14 % | 3 522 |
| Kablage* | 2 % | 470 |
| Elstation* | 2 % | 440 |
| Transport och vägar | 1 % | 220 |
| Produktion | 6 % | 1 541 |
| Avveckling | 1 % | 220 |
| Avverkning av skog | 12 % | 3 123 |
| Totalt | | 25 605 (37 186 utan återvinning) |

* Inklusive utsläpp under installationen

3.2 SOLKRAFT

Området som är lämpligt för solpaneler vid Kvarnbacken är 31,8 hektar. Detta område är uppdelat i åtta mindre områden. På grund av spridningen av solkraftsparken antas den maximala kapaciteten vara 25,7 MWp (0,81 MWp/ha). Specifikationen för parken finns i tabellen nedan.

Tabell 3. Specificering av solkraftsparken.

| Definition | Värde |
|------------------------------|-----------|
| Maximalt kapacitet | 25,7 MWp |
| Antal av paneler | 38880 |
| Livslängd | 35 år |
| Produktion under första året | 22500 MWh |
| Årlig effektförsämring | 0,4 % |

Utsläppen har beräknats med ett koldioxidekvivalentvärde på 750 kg-CO₂-ekv/kWp (Müller et al., 2021), och parken har modellerats med Trinasolars solpaneler på 660 W (Trinasolar, 2021). Strålningsdata har hämtats från Europeiska kommissionens geografiska informationssystem för solstrålning (European Commission, 2022). Utsläppen har bedömts baserat på geografisk information och flera källor (Müller et al. (2021), Trinasolar (2021), UNECE (2021)).

Tabell 4. Utsläpp från solkraftsparken (UNECE, 2021).

| Utsläppskälla | Prosentantal | Utsläpp för parken (t-CO ₂ -ekv) |
|------------------------|--------------|---|
| Solpaneler* | 65 % | 18981 |
| Byggnation** | 10 % | 2855 |
| Inverter* | 5 % | 1378 |
| Produktion och service | 1 % | 394 |
| Avveckling | 1 % | 259 |
| Avverkning av skog | 18 % | 5305 |
| Totalt | | 29172 (33946 utan återvinning) |

* Inklusiv transport

** Inklusiv tillverkning och installation av grundkonstruktion, solpanelställningar, elstation och kabelförbindelser.

Som nämnts i avsnitt 3.1 gällande vindkraften, observerades en ökning av utsläppsmängden om kraftverket inte återvanns efter driftstoppet (Dodd et al., 2020).

3.3 KRAFTLEDNING

På området finns en befintlig kraftledning, men för parken behövs det byggas också en ny ledning. I detta projekt finns det totalt fyra olika alternativ för att bygga kraftledningen. Den gamla kraftledningen kan antingen rivas och en ny ledning byggas på samma plats, eller så kan en ny ledning byggas bredvid den gamla. Den nya ledningen kan dras antingen norrut eller söderut.

Utsläppen har beräknats baserat på Vestas livscykelbedömning (Vestas, 2023). Utsläppen som uppstår vid rivning av den gamla kraftledningen och byggandet av en ny ledning förväntas vara jämförbara, vilket uppskattas utgöra cirka 5% av material- och byggnadsrelaterade utsläpp (Harrison et al., 2010). Kraftledningsalternativen är specificerade i tabellen nedan. Utsläppen från avveckling har inte beaktats, eftersom kraftledningen fortsätter att användas även efter att parken tagits ur drift.

Tabell 5. Utsläpp från kraftlinjealternativ.

| | Norr (Nuvarande plats) | Norr (Bredvid nuvarande plats) | Syd (Nuvarande plats) | Syd (Bredvid nuvarande plats) |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Kraftlinjens längd | 39 km | 39 km | 23 km | 23 km |
| Total bredd av kraftlinje | 34 m | 47 m | 34 m | 47 m |
| Utsläpp (t-CO2 ekv) | | | | |
| Material och byggnation | 1 252 | 1 252 | 738 | 738 |
| Avveckling | 63 | 0 | 37 | 0 |
| Avverkning av skog | 5032 | 13 216 | 3078 | 8097 |
| Totalt | 6 347 | 14 468 | 3 853 | 8 835 |

3.4 KOLSÄNKÅ

Byggandet av hybridparken kräver avverkning av skog, vilket har en negativ inverkan på kolbalansen och bör inkluderas i både koldioxidavtrycks- och klimathandavtryckskalkyler. Skogen avverkas för att bygga en 110 kV kraftledning, nya skogsvägar, solpaneler och på grund av byggnadsarbeten vid turbinplaceringarna.

I bedömningen antas att koldioxid frigörs till atmosfären i samma mängd som den avverkade skogen binder det. Bedömningen tar inte hänsyn till den möjliga användningen av den avverkade biomassen. Det innebär att kalkylen inkluderar effekten av förlorad kolsänka och förlorad kolupptagning när skogen inte växer under de kommande 35 åren. För de områden där skog redan har avverkats har utsläppen beräknats baserat på förlorad skogstillväxt.

Naturresursinstitutet Lukes geografiska informationsdata (LUKE, 2021b) har använts för att beräkna den totala volymen av biomassaförlust på området till följd av skogsavverkning. Eftersom data har tre års fördröjning har en årlig tillväxt på 5,8 m³/ha per år från 2021 lagts till i beräkningen (LUKE, 2021a). En kubikmeter biomassa binder uppskattningsvis 780 kg CO₂-ekv koldioxid (Nordiska ministerrådet, 2017; VTT, 2013). Följaktligen är förlusten av kolbindning 4,5 tCO₂-ekv/ha/år för minst 17 år gammal skog (UPM, 2022). Skogen som inte nyligen har avverkats antas vara minst 17 år gammalt.

3.4.1 AVVERKNING AV SKOG I SAMBAND MED VINDKRAFTVERK

Enligt uppskattningar kräver ett vindkraftverk cirka 2 hektar mark. Förutom områdena för vindkraftverken har även vägarna som leder till vindkraftverken inkluderats i beräkningarna. Vägarna antas vara 6 meter breda.

Tabell 6. Avverkning av skog i samband med vindkraftverk.

| Antagande | 6 kraftverk |
|--|------------------------------------|
| Livslängd | 35 år |
| Kraftverk | 12 ha |
| Nya servicevägar | 1,4 ha |
| Utgående mängd i kubik | 1 380 m ³ |
| Förlust av kolreserv, orsakad av utgående biomassa | 1 077 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolsänka, orsakad av avtagande tillväxt | 2 047 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolreserv och -sänka, 35 år | 3 123 t CO₂-ekv. |

3.4.2 AVVERKNING AV SKOG I SAMBAND MED SOLKRAFTSPARKEN

Av den planerade 49,1 hektar stora solkraftsparken är 29 hektar lämplig för skogstillväxt, eftersom en betydande del av området används för jordbruk. 49,1 hektar inkluderar buffertområdena kring solkraftsparken där vegetationen hålls låg (området med paneler är 31,8 hektar). En stor del av de kvarvarande skogarna nyligen avverkats, vilket resulterar i en låg total biomassa på 1884 m³. Dessa områden ligger i huvudsak bredvid befintliga vägar. Byggande av två extra vägar (300 m) har beaktats i beräkningen.

Tabell 7. Avverkning av skog i samband med solkraftsparken.

| Antagande | 25,7 MWp solkraftspark |
|--|-----------------------------------|
| Livslängd | 35 år |
| Parkområde totalt | 49,1 ha |
| Område lämpligt för skogstillväxt | 29,0 ha |
| Utgående mängd i kubik | 1884 m ³ |
| Förlust av kolreserv, orsakad av utgående biomassa | 1489 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolsänka, orsakad av avtagande tillväxt | 3816 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolreserv och -sänka, 35 år | 5305 t CO₂-ekv. |

3.4.3 AVVERKNING AV SKOG I SAMBAND MED KRAFTLEDNING

Nedan har klimatpåverkan som uppstår i samband med avverkning av skog för de olika kraftledningsalternativen beräknats. Den nya 110 kV kraftledningen är 8 m bredare än den

befintliga gamla ledningen. Avverkningen som krävs pga. denna breddning har beaktats i tabell 8a. Avståndet som krävs mellan den befintliga och den nya kraftledningen är 21 m (Fingrid, 2017). Detta har beaktats i beräkningarna i tabell 8b.

Tabell 8a. Avverkning av skog i samband med kraftledningen som går på samma plats som den nuvarande linjen.

| Antagande | Norr (Emet) | Söder (Kivipuro) |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
| Livslängd | 35 år | 35 år |
| Avverkad skog | 25,0 ha | 14,8 ha |
| Utgående mängd i kubik | 757 m ³ | 441 m ³ |
| Förlust av kolreserv, orsakad av utgående biomassa | 876 t CO ₂ -ekv. | 537 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolsänka, orsakad av avtagande tillväxt | 4 156 t CO ₂ -ekv. | 2 541 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolreserv och -sänka, 35 år | 5 032 t CO₂-ekv. | 3 078 t CO₂-ekv. |

Tabell 8b. Avverkning av skog i samband med kraftledningen som går bredvid gamla ledningen.

| Antagande | Norr (Emet) | Söder (Kivipuro) |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Livslängd | 35 år | 35 år |
| Avverkad skog | 58,8 ha | 35,2 ha |
| Utgående mängd i kubik | 5 018 m ³ | 3 246 m ³ |
| Förlust av kolreserv, orsakad av utgående biomassa | 3 914 t CO ₂ -ekv. | 2 532 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolsänka, orsakad av avtagande tillväxt | 9 302 t CO ₂ -ekv. | 5 566 t CO ₂ -ekv. |
| Förlust av kolreserv och -sänka, 35 år | 13 216 t CO₂-ekv. | 8 097 t CO₂-ekv. |

3.5 RESULTAT

Resultaten av koldioxidavtrycksberäkningen presenteras i detta avsnitt. Påverkan av olika delar på det totala koldioxidavtrycket och de slutliga resultaten presenteras i följande tabeller nedan. Den beräknade totala koldioxidavtrycket för hybridprojektet är 10,1–11,8 g CO₂-ekv. / kWh när återvinningskompensation beaktas i beräkningen.

Tabell 9. Sammanfattning av koldioxidutsläpp, 6 kraftverk, Kvarnbackens livscykel.

| 6 kraftverk | | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Riktning av kraftlinje | Norr | | Söder | |
| Kraftlinjealternativ | På nuvarande plats | Bredvid nuvarande | På nuvarande plats | Bredvid nuvarande |
| Utsläpp från vindkraftsparken (t-CO ₂ ekv) | 25 605 | 25 605 | 25 605 | 25 605 |
| Utsläpp från solkraftsparken (t-CO ₂ ekv) | 29 172 | 29 172 | 29 172 | 29 172 |
| Utsläpp från kraftlinjen (t-CO ₂ ekv) | 6 347 | 14 468 | 3 853 | 8 835 |
| Utsläpp totalt (t-CO₂ ekv) | 61 124 | 69 244 | 58 630 | 63 612 |
| Produktion under vindkraftsparkens livslängd (GWh) | 5 460 | 5 460 | 5 460 | 5 460 |
| Produktion under solkraftsparkens livslängd (GWh) | 729 | 729 | 729 | 729 |
| Produktion totalt (GWh) | 6 189 | 6 189 | 6 189 | 6 189 |
| Koldioxidavtryck totalt (g/kWh) | 10,5 | 11,8 | 10,1 | 10,9 |

I det nedanstående diagrammet har utsläppen från Kvarnbackens hybridprojekt jämförts med typiska utsläpp från andra energiproduktionsformer. Datakällorna är UNECE (2021) och Fingrid (2023). De genomsnittliga koldioxidavtrycken för olika alternativ av kraftledningar för en hybridpark med 6 vindkraftverk har uppskattats till 10,8 g/kWh.

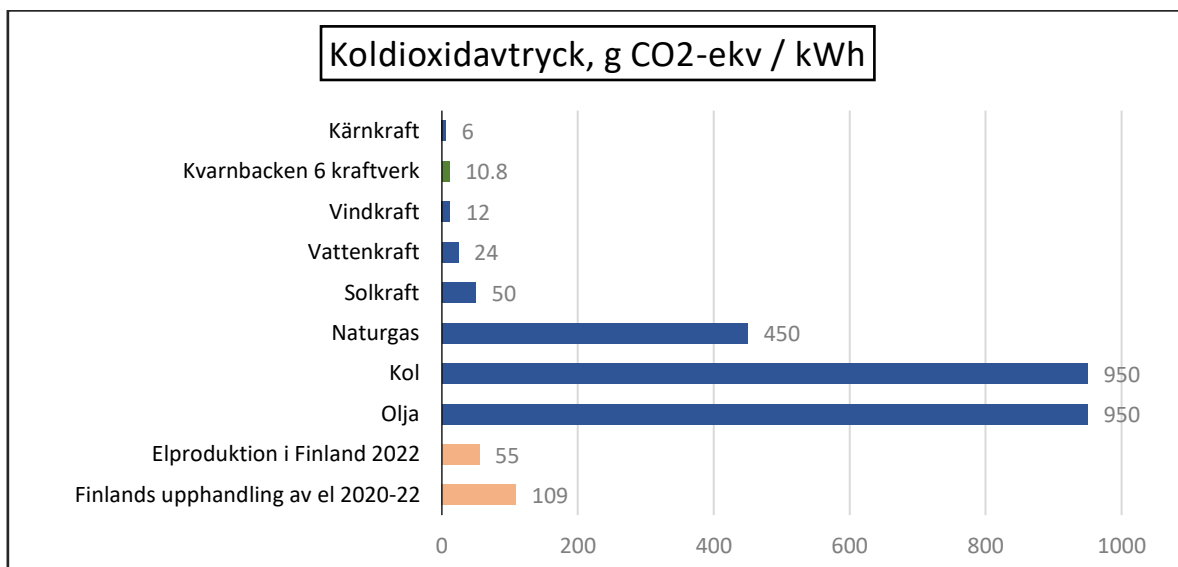


Bild 4. Jämförelse av utsläpp från olika elproduktionskällor

3.6 JÄMFÖRELSE MOT FINLANDS FRAMTIDA UTSLÄPP

Baserat på tabellen ovan kan koldioxidavtrycket för Kvarnbacken (11 g CO₂-ekv. / kWh) jämföras med utsläppen för Finlands elproduktion (55 g CO₂-ekv. / kWh under 2022) och utsläppen för el som Finland importerat (109 g CO₂-ekv. / kWh under 2020–2022).

Koldioxidavtrycket för Kvarnbacken kan också jämföras mot det förväntade avtrycket för Finlands elproduktion under driftstiden (ungefär 2028–2063). Det är relativt svårt att estimerar vad utsläppen under perioden kommer att vara. En källa (Ilmastovahti Tampere, 2020) estimerar utsläppen för Finlands elproduktion år 2030 till 31 g CO₂-ekv. / kWh. Extrapolerat framåt i tiden kan man förvänta sig att utsläppen under perioden 2028–2063 ligger kring 20 g CO₂-ekv. / kWh.

Kvarnbackens utsläpp per producerad kWh under driftstiden förväntas alltså vara lägre än utsläppen för Finlands elproduktion under samma tid, även om denna skillnad är betydligt mindre än om man jämför mot utsläppen vid Kvarnbackens ibruktagande. Man kan dock argumentera för att utsläppen för Kvarnbacken skall jämföras mot utsläppen vid drifttagningsskedet, eftersom förändringen mot utsläppsfri energiproduktion inte sker per automatik, utan genom medvetna satsningar på projekt som medför klimatnytta. Därför bör sänkningen av utsläppen som sker över tid räknas som en bidragande positiv följd av respektive projekt. Klimatnyttan diskuteras vidare i kapitel 4.

4 BERÄKNINGAR AV KLIMATHANDAVTRYCK

I detta kapitel bedöms Kvarnbackens klimathandavtryck. Siffrorna i avsnittet följer de steg som presenteras i VTT:s (VTT, 2021) guide för klimathandavtryck.

Klimathandavtryckets princip är att bedöma hur mycket en kund kan minska sitt koldioxidavtryck med hjälp av en viss produkt. Kärnfrågan är *vilken energiproduktionsform som ersätts av hybridprojekt, det vill säga projekt som kombinerar vind- och solkraft för elproduktion, och vilken påverkan det har på koldioxidutsläppen*. Det undersökta scenariot beskrivs i kapitel 4.1.

Finland är en del av de gemensamma europeiska elmarknaderna, där elektricitet handlas mellan de nordiska länderna och även mellan de nordiska länderna och övriga Europa. Därför kan utbyggnad av förnyelsebar energi i Finland innebära ett minskat behov av fossila energikällor i andra länder, eftersom importbehovet av el minskar, alternativt kan förnyelsebar el exporteras till andra länder. Detta beaktas i klimathandavtrycksberäkningen.

Den använda enheten är g CO₂-ekv. / kWh producerad elektricitet. De CO₂-utsläppsdata som behövs för beräkningarna kontrolleras och bedöms för att säkerställa att tillförlitliga och aktuella antaganden används i beräkningarna.

4.1 BERÄKNING AV KLIMATHANDAVTRYCK

Koldioxidavtryck bedöms under hybridparkens hela livscykel, i detta fall under 35 år (mellan 2024 och 2059). Hybridparkens koldioxidavtryck beräknas vara ungefär 11 g CO₂-ekv/kWh producerad energi (avsnitt 3).

Den ersatta elproduktionen består av en kombination av förnybar energi och icke-förnybar energi. Finlands minskade behov av import innebär att förnybar energi som annars skulle ha exporterats till Finland kan användas i andra länder, medan oönskade energikällor kan stegvis tas ur bruk i dessa länder. De ersatta energikällorna är främst olja, torv, kol, kärnkraft och naturgas. Deras andelar och utsläpp (Ember, 2024) under 2023 var följande:

| | | |
|-----------|------------|--------------------------------|
| Kärnkraft | 23 % andel | 6 g CO ₂ -ekv/kWh |
| Naturgas | 17 % andel | 450 g CO ₂ -ekv/kWh |
| Kol | 16 % andel | 950 g CO ₂ -ekv/kWh |

| | | |
|-------------|------------|--------------------------------|
| Solkraft | 9 % andel | 50 g CO ₂ -ekv/kWh |
| Vattenkraft | 12 % andel | 24 g CO ₂ -ekv/kWh |
| Vindkraft | 18 % andel | 12 g CO ₂ -ekv/kWh |
| Biokraft | 5 % andel | 240 g CO ₂ -ekv/kWh |

Det viktade utsläppsmedelvärdet av energikällorna är 251 g CO₂-ekv/kWh.

Klimathandavtryck är 251 g – 11 g = 240 g CO₂-ekv/kWh.

4.2 KRITISK GRANSKNING AV RESULTAT OCH KOMMUNIKATION

Baserat på beräkningen i avsnitt 4.2 minskar en hybridpark i Kvarnbackens storlek med 6 vindkraftverk koldioxidutsläppen med cirka 37 500 ton per år.

När klimatneutralitet har uppnåtts inom EU förväntas klimathandavtrycket för finsk vindkraft vara betydligt mindre. Under de kommande 20–30 åren kommer dock största delen av vind- och solkraft att användas för att ersätta fossila bränslen i olika former enligt Europeiska kommissionens klimatmål.

Koldioxidavtrycket för hybridprojektet kan också jämföras med den finska elproduktionen, vilket för närvarande är cirka 55 g CO₂-ekvivalenter / kWh (Fingrid, 2022). Förväntat är att koldioxidavtrycket för Finlands elproduktion minskar ytterligare åtminstone fram till år 2035 för att uppnå klimatmålen. Koldioxidavtrycket för importerad el är 109 g CO₂-ekv. / kWh (beräknat baserat på Fingrids data för åren 2020–2022). Dessa siffror relaterade till Finlands elproduktion beaktas dock inte i avtryckskalkylen, eftersom vindkraften ersätter önskade energikällor, inte den genomsnittliga elproduktionen.

5 INVERKAN PÅ RESULTATEN AV ETT POTENTIellt ENERGILAGER

I samband med Kvarnbackens hybridpark utvärderas möjligheten att placera ett 50 MWh batterilager på området. Batterilagret skulle byggas i anslutning till Kvarnbackens transformatorstation.

Batterilagrets koldioxidavtryck består till största dels av utsläpp relaterat till tillverkningen av anläggningen, såsom utvinning och bearbetning av batterimaterial, montering av anläggningen och förnyande av föråldrade batterier. En mindre del av utsläppen utgörs av utsläpp under användningen som orsakas av förluster i batterilagrets laddningscykel. Tillverkningen av batterilagringssystemet innefattar energikrävande processer, vilket medför att utsläppen av den el som används vid tillverkningen starkt påverkar batterilagrets koldioxidavtryck. Enligt en svensk studie (Emilsson E, Dahllöf L 2019) är de totala utsläppen av batterilagringstillverkning 59–119 kg CO₂-ekvivalenter per kilowattimme (kWh) av lagringskapaciteten. Den lägre ändan av skalan motsvarar en tillverkningsprocess där förnybara energikällor används för elproduktionen, medan den övre ändan motsvarar en tillverkningsprocess som använder huvudsakligen fossila energikällor. I detta fall skulle utsläppen från tillverkningen av ett 50 MWh batterilager vara cirka 2 950–5 950 t CO₂-ekv.

Batteriet behöver förnyas en gång under projektets 35-åriga livscykel och det antas att utsläppen motsvarar 80 % av utsläppen för tillverkningen av hela anläggningen, eftersom det innefattar endast ett förnyande av batterierna och växelriktaren. I detta fall skulle utsläppen som orsakas av förnyandet vara cirka 2 360–4 760 t CO₂-ekv.

Om det antas att 50 % av laddningscyklerna utförs av 1 300 enheter per år, att effektiviteten i batterilagret är 95 % och att batteriet laddas huvudsakligen med Kvarnbackens egen produktion, så skulle de utsläpp som orsakas av användningen av ett 50 MWh lager vara cirka 569 t CO₂-ekv.

I detta fall skulle de totala utsläppen av ett batterilager på 50 MWh i Kvarnbacken vara följande:

Tabell 10. Sammanfattning av koldioxidutsläpp från ett batterilager på 50 MWh

| Utsläppskälla | Batterilager gjort med förnybar energi | Batterilager gjort huvudsakligen med fossil energi |
|---------------|--|--|
| Tillverkning | 2 950 t CO ₂ -eq | 5 950 t CO ₂ -eq |
| Batteribyte | 2 360 t CO ₂ -eq | 4 760 t CO ₂ -eq |
| Bruk | 569 t CO ₂ -eq | 569 t CO ₂ -eq |
| Sammanlagt | 5 879 t CO ₂ -eq | 11 279 t CO ₂ -eq |

Jämfört med de totala utsläppen från Kvarnbackens hybridpark som presenteras i kapitel 3.5 skulle byggandet av batterilagret öka utsläppen för hela projektet med cirka 8–18 %, vilket skulle innebära att parkens utsläpp skulle bli cirka 11,0–13,6 g CO₂-ekv/kWh istället för 10,1–11,8 g CO₂-ekv/kWh utan batterilager.

6 SAMMANFATTNING

Koldioxidavtrycksanalysen visar att koldioxidavtrycket för Kvarnbackens hybridprojekt är cirka 11 g CO₂-ekv. / kWh, medan koldioxidavtrycket för kol är cirka 1000 g CO₂-ekv. / kWh och för naturgas 400–500 CO₂-ekv. / kWh (UNECE, 2021).

Klimathandavtrycksanalysen visar också den positiva effekten av att ersätta fossila bränslen med förnybar energi från hybridparker. Enligt vår analys är hybridprojektets klimathandavtryck ungefär 22 gånger större än koldioxidavtrycket. Det innebär att de positiva effekterna (utsläppsminskningar) är 22 gånger större än de negativa effekterna (utsläpp under hybridparkens livscykel och minskat kolupptag på grund av skogsavverkning).

Enligt vår klimathandavtrycksanalys förväntas klimathandavtrycket för Kvarnbackens hybridprojekt vara 240 g CO₂-ekv/kWh. Utbyggnaden av vind- och solenergi stöder starkt Finlands och EU:s klimatmål.

Ett batterilager på 50 MWh i samband med projektet skulle öka projektets totala utsläpp med cirka 8–18 %, beroende på om tillverkningsprocessen baserar sig i huvudsak på användning av förnybar energi eller fossil energi.

7 KÄLLOR

Amelie Müller, Lorenz Friedrich, Christian Reichel, Sina Herceg, Max Mittag, Dirk Holger Neuhaus (2021). *A comparative life cycle assessment of silicon PV modules: Impact of module design, manufacturing location and inventory*. Solar Energy Materials and Solar Cells.
<https://doi.org/10.1016/j.solmat.2021.111277>.

Dodd, Nicholas; Espinosa, Nieves, Van Tichelen, Paul Peeters; Karolien, Soares; Ana Maria (2020) *Preparatory study for solar photovoltaic modules, inverters and systems*. EUR 30468 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, Science for Policy, ISBN 978-92-76-26345-6, doi:10.2760/852637, JRC122431
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-12/jrc12431preparatory_study_for_solar_photovoltaic_modules_kj-na-30468-en.pdf

DW (2021). *How Sustainable is wind power?*
<https://www.dw.com/en/how-sustainable-is-wind-power/a-60268971>

Emilsson E, Dahllöf L. (2019). Lithium-Ion Vehicle Battery Production Status 2019 on Energy Use, CO 2 Emissions, Use of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling.
https://www.researchgate.net/publication/339237011_Lithium-Ion_Vehicle_Battery_Production_Status_2019_on_Energy_Use_CO_2_Emissions_Use_of_Metals_Products_Environmental_Footprint_and_Recycling

European Commission (2022). *Photovoltaic geographical information system*.
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

Ember (2024). <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2024/>

Fingrid (2017). *Kontiolahten ja Pamilon välisen 110 kilovoltin voimajohtoyhteyden uusiminen*.
https://www.fingrid.fi/contentassets/57db696e8f85474cb003da3a49b12770/kontiolahti-pamilo_110_kv_yvs_paivitys_www-raportti.pdf

Fingrid (2023). *Sähköntuotannon CO₂-päästöarvio*.
<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkomarkkinainformaatio/co2/>

Harrison, GP, Maclean, EJ, Karamanlis, S & Ochoa, LF (2010). *Life cycle assessment of the transmission network in Great Britain*, Energy Policy, vol. 38, no. 7, pp. 3622-3631.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.02.039>
https://www.pure.ed.ac.uk/ws/files/21980985/Grid_Carbon_Footprint_Paper.pdf

Hybrit (2021). *LKAB och Vattenfall först i världen med vätgasreducerad järnsvamp*
<https://www.hybritdevelopment.se/hybrit-ssab-lkab-och-vattenfall-forst-i-varlden-med-vatgasreducerad-jarnsvamp/>

ICCT (2021). *A Global Comparison of the Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Combustion Engine and Electric Passenger Cars*. <https://theicct.org/publication/a-global-comparison-of-the-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-combustion-engine-and-electric-passenger-cars/>

Ilmastovahti Tampere (2020). *Sähkötuotannon päästökerroin*.
https://ilmastovahti.tampere.fi/paastoskenaariot/node/electricity_production_emission_factor
https://static.longi.com/24_L_Gi_LE_PM_T_PMD_059_F133_LR_5_72_HTH_585_600_M_35_35_and_15_Frame_Scientist_DG_V17_ce9f33ceb3.pdf

LUKE (2021a) Metsien kasvuvauhti hidastui, mutta puuston tilavuus suureni
<https://www.luke.fi/fi/uutiset/metsien-kasvuvauhti-hidastui-mutta-puuston-tilavuus-suureni>

LUKE (2021b). <http://kartta.luke.fi/opendata/valinta-en>

Ministry of the Environment Finland (2021). *EU climate policy*. <https://ym.fi/en/eu-climate-policy>

Ministry of the Environment Finland (2022). *Finland's national climate change policy*.
<https://ym.fi/en/finland-s-national-climate-change-policy>

Nordiska ministerrådet (2017). *The climate benefits of the Nordic forests*.
<https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2019/08/nytryck-eng-A4-1.pdf>

Sitra (2018). *Keskivertosuomalaisen Hiilijalanjälki*. The Finnish Innovation Fund Sitra.
<https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki/>

SYKE (2021). *Hiilinielulaskuri*. <https://laskurit.hiilineutraalisuomi.fi/nielu/>

Trinasolar (2021). Vertex TSM-DEG21C.20 Data sheet. Available:
<https://www.trinasolar.com/en-glb/resources/downloads#TSM-DEG5-2>

UBA (2021). *Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen*.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf

UNECE (2021). *Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options*
<https://unece.org/sites/default/files/2021-10/LCA-2.pdf>

UPM (2022). *Skogen är både en kolsänka och en kolreserv*.
<https://www.upmmetsa.fi/sv/information-och-evenemang/artiklar/skogen-ar-bade-en-kolsanka-och-en-kolreserv/>

Vestas (2022). *Life Cycle Assessment of Electricity Production from an onshore V150-4.2 MW Wind Plant.*

https://www.vestas.com/content/dam/vestas-com/global/en/sustainability/reports-and-ratings/lcas/LCA%20of%20Electricity%20Production%20from%20an%20onshore%20V150-4.2,%204.5MW%20Wind%20Plant_Final.Web.pdf.coredownload.inline.pdf

Vestas (2023). *Life Cycle Assessment of Electricity Production from an onshore EnVentus V162-6.2 MW Wind Plant.*

<https://www.vestas.com/content/dam/vestas-com/global/en/sustainability/reports-and-ratings/lcas/LCA%20of%20Electricity%20Production%20from%20an%20onshore%20EnVentus%20V162-6.2.pdf.coredownload.inline.pdf>

VTT Technical Research Centre of Finland Ltd (2013). *Carbon footprint for building products.*

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2013/T115.pdf>

VTT Technical Research Centre of Finland Ltd (2021). *Carbon Handprint Guide, V2.*

https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2021/Carbon_handprint_guide_2021.pdf