
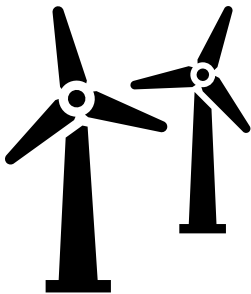
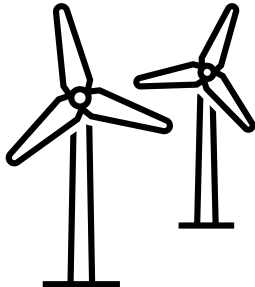




## Jämförelse av klimatpåverkan från gammal respektive ny vindkraft

El från vindkraft minskar sina klimatutsläpp med nära 70% på 20 år utifrån en jämförelse av vindkraftsparkerna Birkmose och Blakliden Fäbodberget. Trenden de senaste 20 åren med större moderna vindkraftverk minskar materialförbrukningen per producerad kWh och därmed klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv. Jämförelsen ska ses som ett exempel och resultatet kan variera beroende på vilka vindkraftsparker som studeras.

Fossilfritt stål har potentialen att minska klimatpåverkan från dagens vindkraft med ytterligare 25% jämfört med ett verk som byggs med konventionellt stål.

Dåtid	Nutid	Fossilfritt stål
		
Birkmose, Danmark 2002	Blakliden Fäbodberget, Sverige 2021	Blakliden Fäbodberget fossilfritt stål
Turbiner: Vestas 52 Effekt: 0,85 MW Torn: 40-65 m Diameter 52 m Antal: 4 st Beräknad livslängd: 20 år	Turbiner: Vestas V136 Effekt: 4.2 MW, Torn 110m Diameter 136m Antal: 84 st Beräknad livslängd: 25 år	Likvärdigt befintlig park men räknat med fossilfritt stål från SSAB.
<b>25 g CO<sub>2</sub>e/kWh</b>	<b>8 g CO<sub>2</sub>e/kWh</b>	<b>6 g CO<sub>2</sub>e/kWh</b>

Värdena i tabellen kan även jämföras med senast beräknad Nordisk elmix (Sandgren & Nilsson, 2021) på 90 g CO<sub>2</sub>e/kWh.

Jämförelsen är gjord genom en livscykelanalys med bokföringsperspektiv och inkluderar all klimatpåverkan, från utvinning av material till rivning och avfallshantering. Livscykeldata kommer från Vattenfalls LCA-data för EPD för vindkraft med verkligt produktionsutfall och med anpassning av ståldata till fossilfritt stål från SSAB. Underlagsdata är framtagen utifrån programinstruktionerna i det Internationella EPD-systemet och de produktspecifika reglerna för elproduktion. Resultatet kan skilja sig från andra jämförelser med andra metoder och dataunderlag, men har tagits fram för att visa ett exempel så nära verkligheten som möjligt. Distribution av el har inte inkluderats i jämförelsen.



## Så räknade vi:

### Introduktion

Jämförelsen har tagits fram av David Althoff Palm, Dalemarken AB med stöd av Agnes Rönnblom, Ramboll Sweden AB på uppdrag av Svensk Vindenergi och i nära samverkan med Vattenfall AB, för att exemplifiera utvecklingen i klimatprestanda för vindkraft. Den baseras på en LCA-modell framtagen av Vattenfall som utvecklats under över 20 års tid som underlag för framtagning av miljövarudeklarationer (EPDer) (Vattenfall 2023a). Denna modell möjliggör jämförelser mellan vindkraftsparker och över tid, genom en konsekvent metodik och kontinuerlig uppdatering. Det ger också miljöverkan ur ett livscykelperspektiv, det vill säga inte endast utsläpp från själva produktionen av el. I detta fall har vi endast studerat klimatpåverkan och presenterat den per producerad kWh el. Jämförelsen är en förenklad livscykelanalys utan tredjepartsgranskning och kan inte användas för marknadsföring av specifika produkter. Målgruppen för studien är de som kan ha intresse av vindkraftens klimatpåverkan över tid.

### LCA

LCA, eller livscykelanalys, är en övergripande metod för att beräkna miljöpåverkan av produkter, tjänster eller system (nedan benämnd produkt för läsbarhet) som har en grund i standarderna ISO 14040 (ISO 2006a) och ISO 14044 (ISO 2006b). LCA kartlägger materialflöden kopplade till en produkt och den miljöpåverkan som kan kopplas till dessa flöden. Detta kan göras på många sätt och det finns ett flertal olika metoder inom LCA beroende på varför en studie görs och vad den ska svara på. För denna jämförelse har vi utgått från en metod som utgår från ett bokföringsperspektiv för att visa på vilken skillnad det är på el från två olika befintliga vindkraftsparker. Målet har inte varit komplett genomförande av en LCA enligt ISO 14040/14044.

Mer specifikt bygger jämförelsen på en metod för miljövarudeklarationer, så kallade EPDer, eftersom det är en vedertagen metod som underlag för produktjämförelser och det genom långsiktigt arbete hos Vattenfall finns långa dataserier med påverkan från vindkraft med denna metod. Metoden beräknar miljöpåverkan från vaggan till grav för alla material, processer och transporter, och har i denna analys begränsats till vaggan till grav för producerad el - distributionen av elen har således uteslutits. Reglerna för att beräkna el från vindkraft finns beskrivna dels i programinstruktionerna för det internationella EPD-systemet (EPD International, 2015a & 2019) samt de produktspecifika reglerna för elproduktion (EPD International 2015b & 2021). Jämförelsen här har begränsats till klimatpåverkan, som beräknats med metoden IPCC GWP100, vilket visar klimatpåverkan i ett hundraårsperspektiv.

### Klimatpåverkan från vindkraft

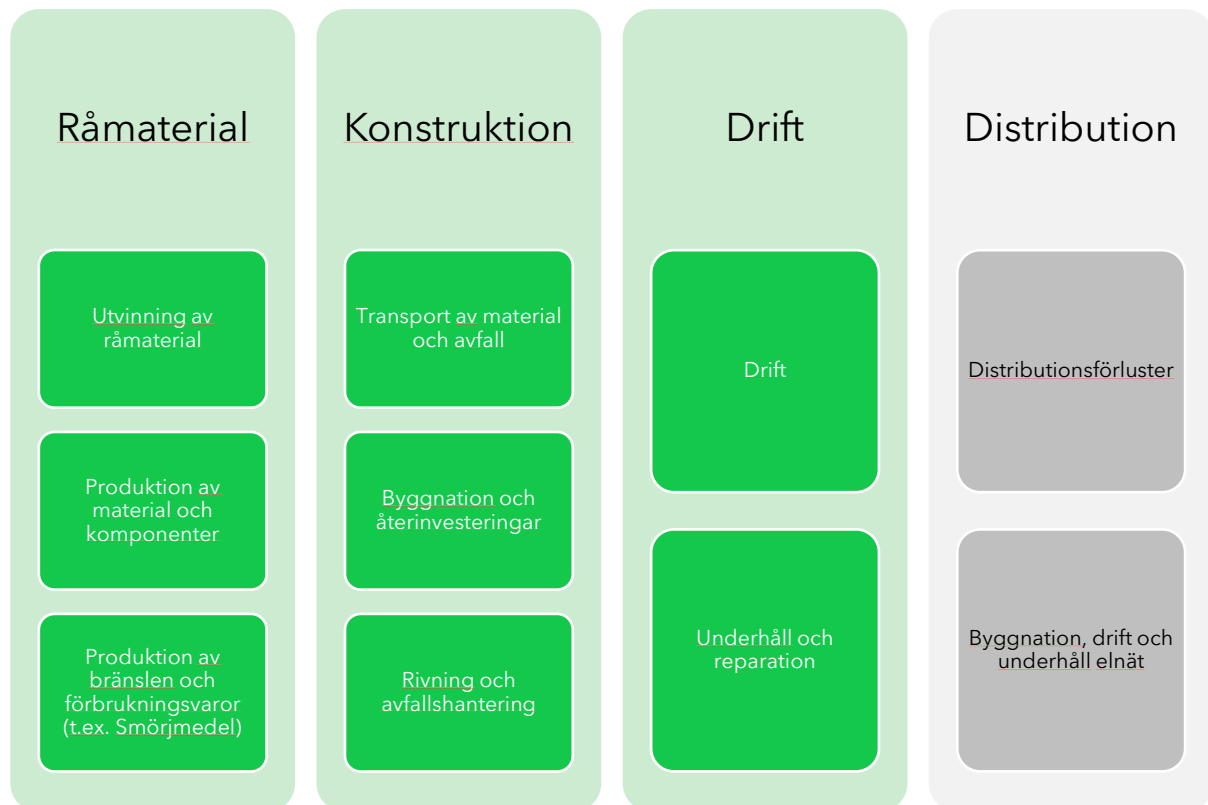
Den el som produceras från vindkraften är fossilfri, och således kommer den största delen av vindkraftens klimatpåverkan från tillverkningen av verken. De delar som



bidrar mest är betong och stål till grundläggning och stål till tornet. När klimatpåverkan beräknas per producerad kWh el har även effekten på vindkraftverken och hur mycket det blåser en stor påverkan. Slutligen, eftersom den största påverkan sker från byggnation har vindkraftverkens totala livslängd en väsentlig påverkan.

Något förenklat räknas all klimatpåverkan ihop för alla material (insamlad data), byggnation (insamlad data), drift (insamlad data och uppskalat för resterande livslängd) och rivning (uppskattat från andra rivningar och de ingående materialen). Den totala klimatpåverkan delas sedan på all energi (kWh) som vindkraftverken producerar under hela sin livstid (uppmätt och uppskalat för resterande livslängd). Då fås klimatpåverkan i gram koldioxidekvivalenter per producerad kWh. För en mer detaljerad bild av hur klimatpåverkan beräknas för Vattenfalls vindkraft, se "EPD® of Electricity from Vattenfall's Wind Farms" (Vattenfall 2019).

Systemgränsen för varje vindkraftspark var enligt nedan, där gröna rutor ingår och grå rutor har exkluderats.



*Dåtidens vindkraft* representeras i jämförelsen av den landbaserade parken Birkmose som togs i bruk 2002 och ligger nästan mitt på Jylland i Danmark. Parken har 4 vindkraftverk på 0,85 kW med torn på 40-60 m och en rotordiameter på 52 m (Momentum Energy Jutlandia Development K/S 2022). Beräknad livslängd för kraftverken var i modellen 20 år. Då Vattenfall har avyttrat dessa kraftverk har påverkan beräknats utifrån den driftinformation som fanns tillgänglig 2015.

*Nutidens vindkraft* representeras av den landbaserade parken Blakliden Fäbodberget som togs i bruk 2021 och ligger mellan Dorotea och Umeå i norra



Sverige. Parken har 84 vindkraftverk på 4,2 MW med torn på 110 m och en rotordiameter på 136 m (Vattenfall 2022, Vattenfall 2023b). Beräknad livslängd för vindkraftverken är i modellen 25 år.

*Fossilfritt stål i vindkraft* beräknades som en modifiering av Blakliden Fäbodberget där klimatpåverkan från stål i torn och grundläggning ersattes med ett fossilfritt stål av motsvarande återvinningsgrad. Det fossilfria stålets klimatpåverkan togs från angiven klimatpåverkan för SSABs fossilfria stål från vagga till grind (SSAB 2023) för att motsvara konventionellt stål. Utöver det ändrade stålet modellerades de exakt lika befintlig park. SSABs fossilfria stål har en klimatpåverkan från vagga till grind på 0,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per kg stål, att jämföra med konventionellt stål som i vindkraftverk ofta ligger mellan 0,4 (armeringsjärn) och 2,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per kg.

Påverkan från transmission och distribution av el har inte inkluderats i jämförelsen.

## Slutsatser

Den jämförande studien indikerar, baserat på de utvalda parkerna, att nyare vindkraftsparker kan ha en väsentligt lägre klimatpåverkan än äldre parker. Det finns också en väsentlig potential att ytterligare minska klimatpåverkan genom användning av fossilfritt stål för konstruktion av torn och grundläggning. Det är givetvis även fortsatt viktigt att förlägga vindkraften i goda vindlägen och bygga för en lång livslängd.

De exakta värdena på klimatpåverkan kan variera mellan olika parker utifrån specifika leverantörer av material och de vindförhållanden som finns på platsen. Det är alltså inte möjligt att säga att alla nyare parker har den här klimatpåverkan utan att ta hänsyn till deras specifika förutsättningar. Eftersom det är en förenklad livscykelanalys kan den inte användas för marknadsföring av specifika produkter. Det är dock tydligt att övergången till större vindkraftverk har en tydligt positiv påverkan på klimatpåverkan per producerad kWh el.



## Referenser:

EPD International 2015a. General programme instructions for the International EPD-system version 2.5

EPD International 2015b. PCR 2007:08 Electricity, steam and hot/cold water generation and distribution version 3.0.

EPD International 2019. General programme instructions for the International EPD-system version 3.01

EPD International 2021. PCR 2007:08 Electricity, steam and hot/cold water generation and distribution version 4.2.

ISO 2006a. ISO 14040:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.

ISO 2006b. ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines.

Momentum Energy Jutlandia Development K/S 2022. Annual report

Sandgren & Nilsson, 2021. Emissionsfaktor för nordisk elmix med hänsyn till import och export. SMED rapport nr 4 2021.

SSAB 2023. FAQs: the big questions answered. Tillgängligt på [https://www.ssab.com/en/fossil-free-steel/faqs-the-big-questions-answered?gad\\_source=1&gclid=EAlaIQobChMI98Lx1vfXggMVbkGRBR0ToQVIEAAYASABEgLS6fD\\_BwE](https://www.ssab.com/en/fossil-free-steel/faqs-the-big-questions-answered?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMI98Lx1vfXggMVbkGRBR0ToQVIEAAYASABEgLS6fD_BwE) 2023-11-19

Vattenfall, 2019. EPD® of Electricity from Vattenfall's Wind Farms. EPD S-P-01435. Vattenfall AB

Vattenfall, 2022: Vattenfalls största landbaserade vindkraftspark, Blakliden Fäbodberget, har invigts. Pressmeddelande.

Vattenfall, 2023a: LCA från Vattenfall LCA-modell för vindkraft. Personlig kontakt hösten 2023

Vattenfall 2023b: Blakliden Fäbodberget. Tillgängligt på <https://powerplants.vattenfall.com/sv/blakliden-fabodberget/> 2023-11-29