

Handläggare
Piotr Lukaszewicz

Tel

[Redacted]

Mobil

[Redacted]

E-post

[Redacted]

Datum

2024-08-23

Projekt ID

D0105363

Mottagare
LC Energi AB

Bilaga C17

Elektromagnetiska fält från Skintaby Solpark

1 Inledning

1.1 Bakgrund

LC Energi AB avser att frivilligt ansöka om miljötillstånd enligt 9 kap. 6 b § miljöbalken för uppförandet av en solpark på en yta om cirka 150 hektar inom fastigheterna Skintaby 13:2 och Hulabäck 21:1 i Halmstads kommun, Hallands län.

Länsstyrelsen i Hallands län har i meddelande om avgränsningssamråd om planerad solenergianläggning med betydande miljöpåverkan, daterat 2024-02-09, dnr 4827-2023, meddelat vilka uppgifter de bedömer att miljökonsekvensbeskrivningen bör innehålla. I meddelandet anges att nivån på elektromagnetiska fält orsakade av solenergianläggningen bör redovisas vid bostäder i närheten av anläggningen.

1.2 Uppdrag och syfte

AFRY har av LC Energi AB fått i uppdrag att utreda nivån på elektromagnetiska fält, orsakade av solparken, vid bostäder i närheten av anläggningen. Uppdraget syftar till att redovisa nivån på elektromagnetiska fält, orsakade av solparken, vid bostäder.

2 Allmänt om elektromagnetiska fält

Elektromagnetiska fält består av en kombination av elektriska och magnetiska fält. Magnetfält finns ständigt omkring oss. Dessa kan vara statiska (likspänningsfält) eller ha växelfältskaraktär. Dessa mäts och uttrycks vanligen som magnetisk flödestäthet i enheten Tesla. I det följande kallas här magnetisk flödestäthet för magnetfält. Statiskt magnetiskt fält är till exempel jordens magnetfält vars styrka är i intervallet 35 – 70 microtesla (μT) och finns naturligt runt omkring oss. Statiska magnetfält alstras även av likström som flyter genom ledningar och samverkar med jordens statiska magnetfält. Växlande magnetfält bildas kring ledningar och utrustning för växelström.

Elektrostatiska fält avskärmas olika mycket genom olika material. Magnetfält är däremot avsevärt svårare att skydda sig mot. Dessa dämpas inte av vanliga material

utan man får ta till andra åtgärder såsom avskärmning med speciella material som är relativt dyra eller det som är mest effektivt, nämligen motriktade magnetfält som dämpar ut varandra. Det finns olika konstruktionslösningar som minimerar magnetfältens resulterande storlek.

De resulterande magnetfälten avtar relativt kraftigt med avståndet från en elanläggning. Förutom avståndet påverkas även fälten av ledningars inbördes avstånd, strömriktningar och strömstyrkor. Magnetfält kan förstärka respektive försvaga varandra, beroende på strömriktningar i närliggande ledningar och kablar.

2.1 Hälsoeffekter

Tabell 1 visar momentana, kortvariga, referensvärden på magnetfält (magnetisk flödestäthet) som rekommenderas av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) att inte överskridas, ur hälsosynpunkt för allmänheten [1]. Mycket starka magnetfält kan bland annat påverka centrala nervsystemet. Referensvärdena är satta med en säkerhetsmarginal och är cirka 50 gånger lägre än de nivåer där man ser biologiska effekter i form av påverkan på nervsystemet [2]. Växelfälten har olika referensvärden beroende på vilken frekvens de har. Referensvärdet minskar med ökande frekvens. Ett växelfält med högre frekvens påverkar människor mer än ett fält med lägre frekvens, för samma fältstyrka. För exempelvis det magnetiska växelfältet är det momentana referensvärdet 100 microtesla (μT) vid frekvensen 50 Hz. För statiska fält är referensvärdet 40 millitesla (mT), enligt SSM.

Tabell 1. Referensvärden (momentanvärden) för olika typer av fält.
Källa: Strålsäkerhetsmyndigheten.

Frekvensområde	Elektrisk fältstyrka (E) V/m	Magnetisk flödestäthet (B) μT	Ekvivalent strålningstäthet S_{eq} W/m ²
≤ 1 Hz	-	40 000*	-
>1–8 Hz	10 000	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8–25 Hz	10 000	5 000 / f	-
25–800 Hz	$2,5 \times 10^5 / f$	5 000 / f	-
800–3 kHz	$2,5 \times 10^5 / f$	6,25	-
3 kHz – 150 kHz	87	6,25	-
150 kHz – 1 MHz	87	$9,2 \times 10^5 / f$	-
1 MHz – 10 MHz	$8,710^4 / f^{1/2}$	$9,2 \times 10^5 / f$	-
10 MHz – 400 MHz	28	0,092	2
400 MHz – 2 GHz	$\frac{1,375 \times f^{1/2}}{1000}$	$\frac{0,0046 \times f^{1/2}}{1000}$	$f / (2 \times 10^8)$
2 GHz – 300 GHz	61	0,20	10

*För personer med medicinska implantat anger ICNIRP 500 μT som högsta värde.
f avser aktuell frekvens i enheten Hz

När det gäller hälsoeffekter från långtidsexponering av magnetfält konstaterar Socialstyrelsen att det finns en misstanke om förhöjd risk för barnleukemi om barn utsätts långvarigt för lågfrekventa magnetfält med ett långtidsmedelvärde över 0,4 μT . Detta värde gäller för fält med frekvensen 50 Hz. Det eventuella sambandet mellan långtidsexponering för magnetfält och barnleukemi är dock för svagt för att med säkerhet påvisa ett orsakssamband, enligt myndigheten [2].



Starka elektromagnetiska fält kan påverka medicinska implantat. Det ställs idag höga krav på störtåligheten hos modern implanterbar medicinteknisk utrustning som tex pacemaker, insulinpump eller implanterbar defibrillator (dessa kallas även för aktiva implantat). Den internationella vetenskapskommittén ICNIRP har publicerat en omfattande kunskapsöversikt gällande påverkan av statiska fält på medicinska implantat. Där fastställdes att man inte kunde se en påverkan på implantat från statiska magnetfält om fältstyrkan var under 0,5 mT [3]. Medicinska implantat ska klara av att utsättas för elektromagnetiska fält upp till den högsta styrka som medges för allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält i frekvensområdet 1 Hz - 300 GHz. Detta motsvarar de nivåer som i Sverige är angivna av SSM.

Arbetsmiljöverkets föreskrift 2016:3 redovisar så kallade insatsnivåer för arbetsplatser. Dessa nivåer är betydligt högre än referensvärdena för allmänheten.

2.2 Övriga effekter

Elektromagnetiska fält kan orsaka problem för störningskänslig utrustning som finns på till exempel sjukhus eller universitet.

2.3 Myndigheternas rekommendation

Myndigheternas samlade rekommendation [4] är att man ska sträva efter att utforma och placera elektriska anläggningar så att allmänhetens exponering för magnetfält begränsas om det kan göras till rimliga kostnader och konsekvenser. Man bör undvika placera bostäder, skolor och förskolor där barn vistas nära elanläggningar som ger förhöjda magnetfält. Man bör dessutom sträva efter att begränsa fält som starkt avviker från vad som kan anses normalt i hem, skolor, förskolor respektive aktuella arbetsmiljöer om det kan göras till rimlig kostnad.

3 Metodval

För att avgöra om allmänheten riskerar att utsättas långvarigt för förhöjda statiska och lågfrekventa magnetfält från solparken görs en beräkning av magnetfältens storlek och utbredning och om det i närheten av solparken finns bostäder, skolor och förskolor.

Beräkningarna utförs med hjälp av ett datorprogram som beräknar hur magnetfältens storlek avtar med det horisontella avståndet till jordkabelförband för olika strömstyrkor en meter ovan marknivå. På så sätt erhålls det minsta avståndet som bör finnas till eventuella platser där människor vistas långvarigt så att magnetfältens storlek inte överskrider SSM:s referensvärden eller långtidsmedelvärdet på 0,4 μ T. Med hjälp av detaljkartor kan sedan eventuella platser hittas som ligger inom riskzonen.

4 Antaganden

Då projektet befinner sig i ett mycket tidigt skede när detta skrivs finns ingen detaljprojektering med tillhörande ritningar, kabelscheman eller kopplingsscheman. Det finns ett övergripande schema över effekt som överförs mellan sju områden i solparken fram till anslutningspunkten mot överliggande nät. Se bilaga 2. Därför antas följande, i samråd med LC Energi, enligt nedan:

- Solcellspanelerna är elektriskt ihopkopplade med varandra i lämpligt antal och bildar panelgrupper med utspänningen 1500 V DC.
- Panelgrupperna kopplas samman i växelriktare (nominell effekt 250 kW) där spänningen omvandlas till 800 V AC trefas (huvudspänning) med frekvensen 50 Hz.
- Därefter transformeras spänningen upp från 800 V till 30 kV (huvudspänning) via transformatorkiosker som finns i närheten av växelriktarna.
- Anläggningen kommer slutligen att anslutas till överliggande nät via en transformatorstation i anslutningspunkten där 30 kV transformeras upp till 130 kV.

För att erhålla konservativa värden på magnetfältens storlek antas även att all elektrisk förbindelse för högspänd växelspanning sker via oskärmade¹ markförlagda 3-fasiga kabelförband i horisontell konfiguration med fasföljden (0, 120, -120). Inbördes kabelavstånd mellan faserna i förbanden antas vara 70 mm [5] (cc-avstånd 185 mm) och inbördes avstånd mellan förbanden 250 mm [5]. EBR, ElnätsBranschens Riktlinjer, rekommenderar en fyllningshöjd på 550 mm [6], vilket väljs här.

Strömmens storlek, avstånd mellan faser, avstånd mellan kabelförband, fasföljd samt om det är horisontell eller triangulär konfiguration har inverkan på magnetfältets resulterande storlek [7]. Om det visar sig att magnetfälten behöver minskas ytterligare med bibehållen spänning på 30 kV kan en triangulär förläggning av skärmade jordkablar väljas. Som alternativ kan även en högre spänning än 30 kV väljas för att minska strömmarna i kabelförbanden. Lägre ström ger lägre magnetfält.

Växelriktare och transformatorer kan ses här som punktkällor där magnetfältens storlek avtar mycket snabbt med kubiken på avståndet.

För den antagna transformatorstationen beräknas magnetfälten för värsta fallet på inkommande kabelförband på 30 kV sidan där strömmen är som störst. Här antas att de inkommande kabelförbanden slås ihop till sex förband. Det är i dagsläget inte känt hur många kabelförband det kommer att bli. Om antalet kabelförband minskas så kommer magnetfältets utbredning där styrkan är högre än 0,4 μ T att öka något.

Elektriska fält, som normalt förekommer för luftledning, är försumbara för kabelförband som jordförläggs en bit under marknivå. Marken dämpar ut det elektriska fältet effektivt.

¹ Detta PM rekommenderar att skärmad högspänningskabel används då den ger effektiv avskärmning mot extern elektromagnetisk störning samtidigt som den erbjuder mekaniskt skydd till kabelkärnan.



5 Analys

I bilaga 2 visas solparkens preliminära layout och hur mycket effekt som genereras nominellt en solig dag. Solparken har delats in i sju delområden. Ur den angivna effekten som överförs i jordkabelförbanden mellan de olika områdena i solparken fram till anslutningspunkten har 3-fas strömmar räknats ut och antalet erforderliga 3-fasiga jordkabelförband. Ur detta har sedan magnetfältens utbredning beräknats för kabelförbanden och avstånd där magnetfältens långtidsmedelvärde (årsmedelvärde) understiger $0,4 \mu\text{T}$. I bilaga 1 finns beräkningarna redovisade i grafisk form.

I Tabell 2 sammanfattas i kolumnen längst till höger på vilket avstånd från respektive kabelförband årsmedelvärdet av magnetfältet understiger $0,4 \mu\text{T}$.

Tabell 2. Sammanställning av beräkningar för avstånd där magnetfältets årsmedelvärde understiger $0,4 \mu\text{T}$ för och mellan de olika delområdena i bilaga 2 för Solparken i Skintaby. Strömmens årsmedelvärde har antagits vara hälften av den nominella som råder när solparken genererar energi en solig dag ($B=\text{magnetfält}$).

Skintaby solpark					
Område	Överförd effekt mellan områden [MW]	Antal 3-fasförband mellan områden	Fasström nominellt [A]	Årsmedelvärde av ström/fas [A]	Avstånd där årsmedelvärde $B < 0,4 \mu\text{T}$ [m]
1 - 2	21	2	200	100	5
2,3 - 4	40	3	260	130	7
5 - 4	4	1	80	40	2
4 - transformatorstation	83	5	320	160	11
6 - transformatorstation	45	3	290	145	8
7 - 6	43	4	200	100	8
Vid transformatorstation	128	6	420	210	14
Vid växelriktare			180	90	3
Oskärmade 3-fasiga jordkabelförband i horisontell konfiguration, 30 kV, fasföljd (0, 120, -120). Permeabilitet = 1.0.					
Vid anslutningspunkten görs en förenkling att transformatorstationen matas med sex grövre kabelförband från solparken som sammanför den totala effekten.					

Vid anslutningen till transformatorstationen, som är värsta fallet, är magnetfältet som störst precis ovanför kabelförbanden och uppgår till ca $25 \mu\text{T}$ vid nominell ström (420 A) en solig dag, se figur 7 i Bilaga 1. Detta innebär att SSM:s referensvärde som är $100 \mu\text{T}$ vid industrifrekvens (50 Hz) inte överskrids.

Magnetfältets långtidsmedelvärde vid transformatorstationen är redan efter ca 14 meter under $0,4 \mu\text{T}$. Vid växelriktarna med respektive utgående kabelförband är magnetfältets långtidsmedelvärde under $0,4 \mu\text{T}$ redan vid ett avstånd av cirka 3 m.

Det finns ingen befintlig bebyggelse eller gård närmare än 250 m vid anslutningspunkten och transformatorstationen. För de övriga områdena, och mellan dem, finns det inga förskolor, skolor eller bostadshus där man vistas långvarigt i närheten av kabelförbanden (avståndet där bör vara minst ca 11 m).



6 Slutsatser

Med hänsyn till de antagande som har gjorts, erhållet underlag och beräkningar kan slutsatsen dras att det finns inga befintliga förskolor, skolor, bostadshus eller andra platser där människor vistas långvarigt som kommer att utsättas för magnetfält vars långtidsmedelvärde överstiger 0,4 μT från solparken.

Strålsäkerhetsmyndighetens referensvärden överskrids inte.



7 Referenser

- [1] SSM FS 2008:18 Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält.
- [2] Meddelandeblad. Artikel nr 2005-1-10. Socialstyrelsen 2005.
- [3] Sandström M., m.f.l: Arbetare med medicinska implantat – vägledning vid återgång i arbete i miljöer som innebär exponering för elektromagnetiska fält. Yrkes och miljömedicin i Umeå. Umeå Universitet 2009.
- [4] Magnetfält och hälsorisker. Utgiven av Arbetsmiljöverket, Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen och Strålsäkerhetsmyndigheten.
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/publikationer/informationsmaterial/magnetfalt-och-halsorisker/>
- [5] Olsson F, Yuen K: Elektriska och magnetiska fält i distributions- och regionnät. Energiforsk rapport 2017:401. ISBN 978-91-7673-401-8.
- [6] EBR publikation Kj41:21.1 Kabelförläggning max. 145 kV.
- [7] Larsson A, Olsson G: Magnetfält i kabelmiljö. Elforsk rapport 10:109, 2010.

Bilaga 1. Resultat i grafisk form från beräkningar av magnetfältens och utbredning.

Bilaga 2. Layout skintaby solpark. LC Energi 2024-06-18.

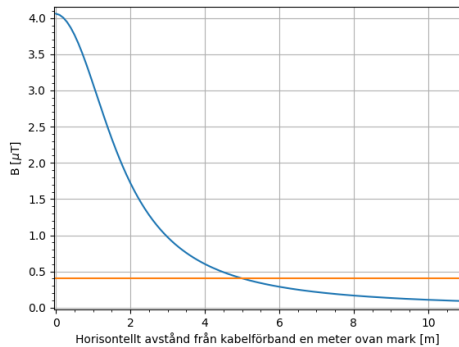
8 Bilaga 1

Resultat i grafisk form från beräkningar av magnetfältens (magnetisk flödestäthet) utbredning.

Figureerna representerar långtidsmedelvärdet av magnetfältens utbredning längs en tänkt horisontell linje en meter ovan mark. I figureerna har $B = 0,4 \mu\text{T}$ märkts ut med en horisontell linje i orange färg.

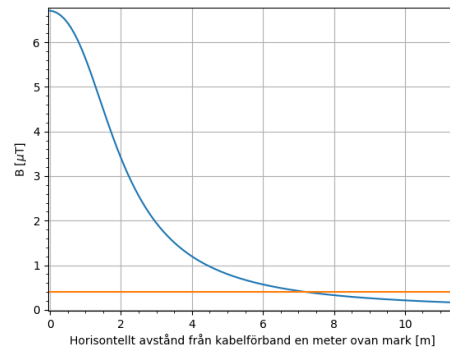
Kabelförbanden är konfigurerade horisontellt och är oskärmade med fasföljden (0, 120, -120 grader). Inbördes kabelavstånd mellan faserna i förbanden är 70 mm, cc-avstånd 185 mm och inbördes avstånd mellan förbanden 250 mm. Fyllningshöjden är 550 mm. Permeabiliteten är lika med luftens permeabilitet.

Magnetisk flödestäthet för två 3-fas kabelförband. Fasström 100 A



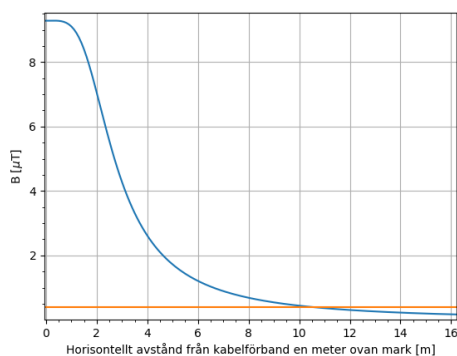
Figur 1. Magnetfältets utbredning för årsmedelvärde mellan område 1 och 2 i Bilaga 2. Magnetfältets storlek understiger $0,4 \mu\text{T}$ vid ca 5 m från kabelförbanden.

Magnetisk flödestäthet för tre 3-fas kabelförband. Fasström 130 A



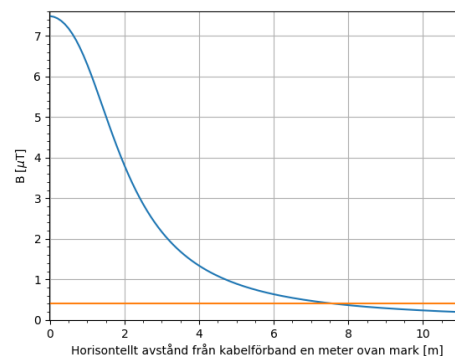
Figur 2. Magnetfältets utbredning för årsmedelvärde mellan område 2, 3 och 4. Magnetfältets storlek understiger $0,4 \mu\text{T}$ vid ca 7 m från kabelförbanden.

Magnetisk flödestäthet för fem 3-fas kabelförband. Fasström 160 A



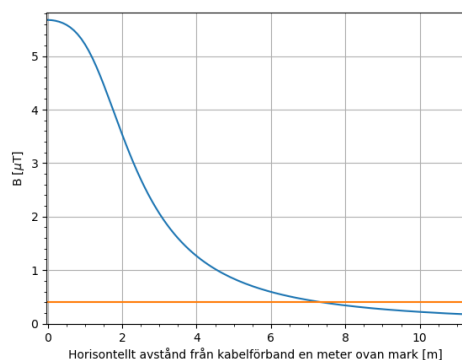
Figur 3. Magnetfältets utbredning för årsmedelvärde mellan område 4 och transformatorstationen vid anslutningspunkten. Magnetfältets storlek understiger $0,4 \mu\text{T}$ vid ca 11 m från kabelförbanden.

Magnetisk flödestäthet för tre 3-fas kabelförband. Fasström 145 A



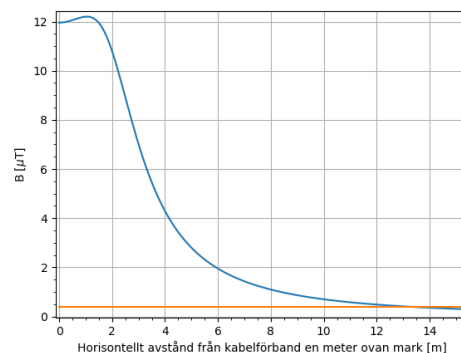
Figur 4. Magnetfältets utbredning för årsmedelvärde mellan område 6 och transformatorstationen vid anslutningspunkten. Magnetfältets storlek understiger $0,4 \mu\text{T}$ vid ca 8 m från kabelförbanden.

Magnetisk flödestäthet för fyra 3-fas kabelförband. Fasström 100 A



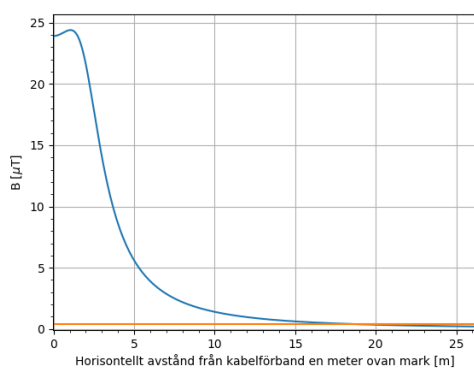
Figur 5. Magnetfältets utbredning för årsmedelvärde mellan område 7 - 6. Magnetfältets årsmedelvärde understiger 0,4 μT vid ca 8 m från kabelförbanden.

Magnetisk flödestäthet från sex kabelförband. Fasström 210 A



Figur 6. Magnetfältets utbredning från sex kabelförband som är anslutna till transformatorstationen vid anslutningspunkten beräknat för strömmens årsmedelvärde. Magnetfältets årsmedelvärde understiger 0,4 μT vid ca 14 m från kabelförbanden.

Magnetisk flödestäthet från sex kabelförband. Fasström 420 A



Figur 7 Magnetfältets utbredning från sex kabelförband som är anslutna till transformatorstationen vid anslutningspunkten beräknat för nominell ström 420 A. Magnetfältets storlek understiger 0,4 μT vid ca 20 m från kabelförbanden vid transformatorstationen.

9 Bilaga 2

Preliminär översikt över antagen elektrisk effektöverföring (gröna linjer) mellan 7 områden i Skintaby solpark fram till antagen transformatorstation vid anslutningspunkten vid område 6.

