Magnetfältsanalys – E.ON Fröberga

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	Fröberga projektering
Uppdragsnummer	30073687
Kund	E.ON Energidistribution AB, Pierre Wasslavik
Upprättad av	Björn Thors
Datum	2025-09-15
Ver	1
Dokumentreferens	Magnetfältsanalys E.ON Fröberga - Godkänd

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1	2025-09-17	Ursprungsrevision	Joel Svensson, Jonas Davidsson	David Göransson

Innehållsförteckning

1 Introduktion 2
2 Bakgrund 2
3 Objektbeskrivning 3
4 Metod 6
5 Resultat 8
6 Slutsatser 11
7 Referenser 11

1 Introduktion

E.ON planerar att uppföra en 130 kV / 10 kV station relativt nära olika kommersiella fastigheter i närheten av Fröberga i Norrköpings kommun. Syftet med denna rapport är att beräkna magnetfältsnivåer i stationens närhet för maximala driftsfall i områden där allmänheten kan vistas.

2 Bakgrund

Exponeringsgränsvärden för elektromagnetiska fält (EMF) finns för att skydda allmänheten och arbetare mot kända hälsoeffekter. De är satta med stor marginal jämfört med de nivåer där negativa hälsoeffekter har konstaterats. De grundläggande gränsvärden för lågfrekventa fält är satta i termer av intern elektrisk fältstyrka, d.v.s. fältyrkan inuti människokroppen. För praktiska exponeringsevalueringar har så kallade referensvärden härletts från de grundläggande gränsvärdena. Referensvärdena ska evalueras i fri rymd och är satta i termer av elektrisk fältstyrka, magnetisk fältstyrka, och magnetisk flödestäthet.

För låga frekvenser runt 50 Hz kan fälten kopplas isär. Magnetfältet betraktas då som orsakat av strömmar och det elektriska fältet betraktas som orsakat av spänning. För E.ONs station är spänningen relativt låg och referensvärdet i termer av elektrisk fältstyrka kommer ej att utgöra något problem. Den relevanta storheten att studera är därför magnetfältet. Referensvärden för allmänhetens exponering giltiga inom EU vid frekvensen 50 Hz ges i Tabell 1 [1]. Dessa baseras på ICNIRPs[1] rekommendation från 1998 [2]. Under 2010 uppdaterade ICNIRP sin rekommendation för lågfrekventa elektriska och magnetiska fält [3]. Referensvärdet för magnetisk flödestäthet sattes då till 200 µT vid 50 Hz. EU-rådets rekommendation har dock ej ändrats och referensvärdena i Tabell 1 är tillämpliga.

Tabell 1 Referensvärden för allmänhetens exponering (rms).

Frekvens (Hz)	Elektrisk fältstyrka (kV/m)	Magnetisk fältstyrka (A/m)	Magnetisk flödestäthet (µT)
50	5	80	100

Referensvärdena skyddar mot väletablerade omedelbara effekter och någon tids-medelvärdesbildning av exponeringen skall ej göras. För långtidsexponering av lågfrekventa magnetfält ger ICNIRP inga gränsvärden då inget kausalt samband etablerats mellan sådan exponering och negativa hälsoeffekter [3][1]. Detta synsätt finner även stöd i WHO:s Environmental Health Criteria Monograph [4].

Strålskyddsmyndigheten och Folkhälsomyndigheten anser också att det för närvarande ej finns tillräckligt med vetenskapligt underlag för att sätta ett tröskel-/gräns-/rikt-värde när det gäller långtidsexponering av lågfrekventa magnetfält [5]. Försiktighetsprincipen, Lokaliseringsprincipen och Skälighetsprincipen skall dock tillämpas parallellt med varandra i varje enskilt fall. Det är verksamhetsutövaren/anläggningsägaren som ansvarar för att avvägningen mot hänsynsreglerna i miljöbalken blir korrekt [5].

De erhållna magnetfältsnivåerna för allmänhetens exponering jämförs i denna rapport mot referensvärdena i Tabell 1. Med anledning av att relevanta svenska myndigheter samt det vetenskapliga samfundet anser att gränsvärden ej kan sättas för långtidsexponering redovisas endast de erhållna exponeringsnivåerna utan vidare diskussion för detta fall.

[1] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

För yrkesmässig exponering används så kallade insatsnivåer för att förenkla påvisandet att relevanta gränsvärden för exponering iakttas, eller, i förekommande fall för att vidta relevanta skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder. Vid exponering under Låg insatsnivå underskrids gällande exponeringsgränsvärden. Insatsnivåer vid frekvensen 50 Hz ges i Tabell 2 .

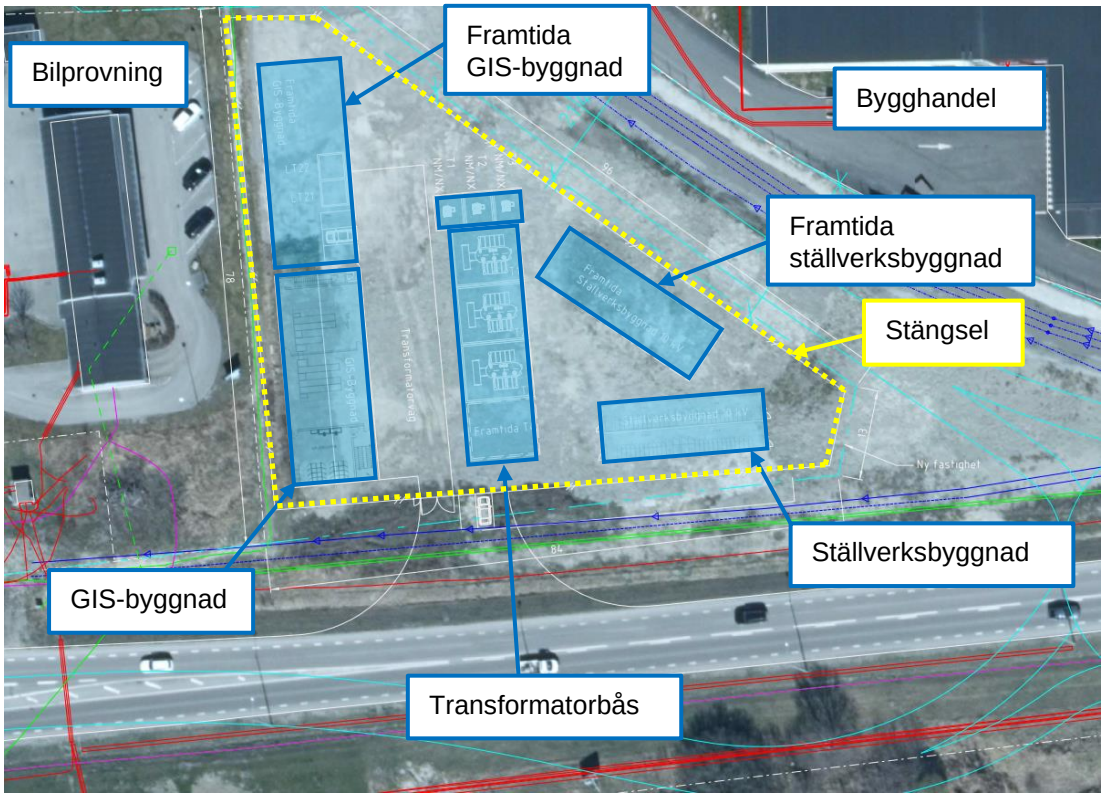
Tabell 2 Insatsnivåer för yrkesmässig exponering (rms).

Frekvens (Hz)	Låg insatsnivå Elektrisk fältstyrka (kV/m)	Hög insatsnivå Elektrisk fältstyrka (kV/m)	Låg insatsnivå Magnetisk flödestäthet (µT)	Hög insatsnivå Magnetisk flödestäthet (µT)
50	10	20	1000	6000

3 Objektbeskrivning

En situationsplan över objektet ges i Figur 1. Inkommande 130 kV går via GIS-byggnaden till transformatorbåset där en omvandling till 10 kV sker. Därifrån matas ställverksfacken i ställverksbyggnaden.

Väster om GIS-byggnaden finns en bilprovning. Nordost om stationen finns en bygghandel medan Arkösundsvägen löper söder om stationen. På andra sidan Arkösundsvägen finns olika industritomter som är bebyggda i varierande grad. Runt stationen kommer ett stängsel att löpa med ett minsta avstånd från någon stationsbyggnad på ca 3 m, se gul streckad linje i Figur 1.



Figur 1 Situationsplan över objektet.

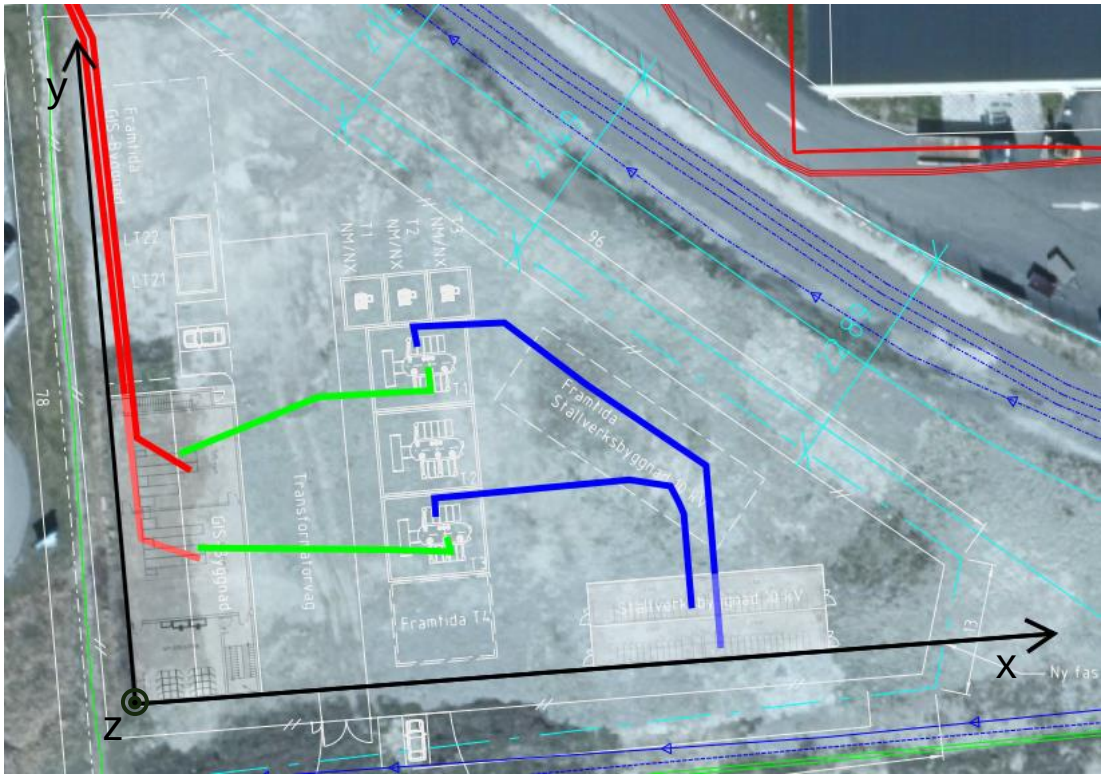
Transformatorbåset innehåller tre transformatorer (T1, T2, T3) med en märkeffekt om 40 MVA. Transformator 2 har ej beaktats i denna rapport då den primärt är tänkt att fungera som reserv.

Simulerad effektkonfiguration med motsvarande strömmar ges i Tabell 3. Då beräkningarna gjorts för en maximal effektkonfiguration svarande mot transformatorns märkeffekt är de erhållna resultaten att betrakta som konservativa.

Tabell 3 Simulerade effektkonfigurationer[2].

Effekt-konfiguration	Ström för 10 kV-delar (A)	Ström mellan GIS-byggnaden och transformatorerna (A)	Ström för inkommande 130 kV samt samlingsskena i GIS-byggnad (A)
Max	2310	178	370

I Figur 2 visas ungefärliga kabelstråk i marken samt det koordinatsystem som användes för beräkningarna. Marken har antagits att vara plan.



Figur 2 Använt koordinatsystem och ungefärliga positioner för kabelstråken (blå = 10 kV, röd och grön = 130 kV).

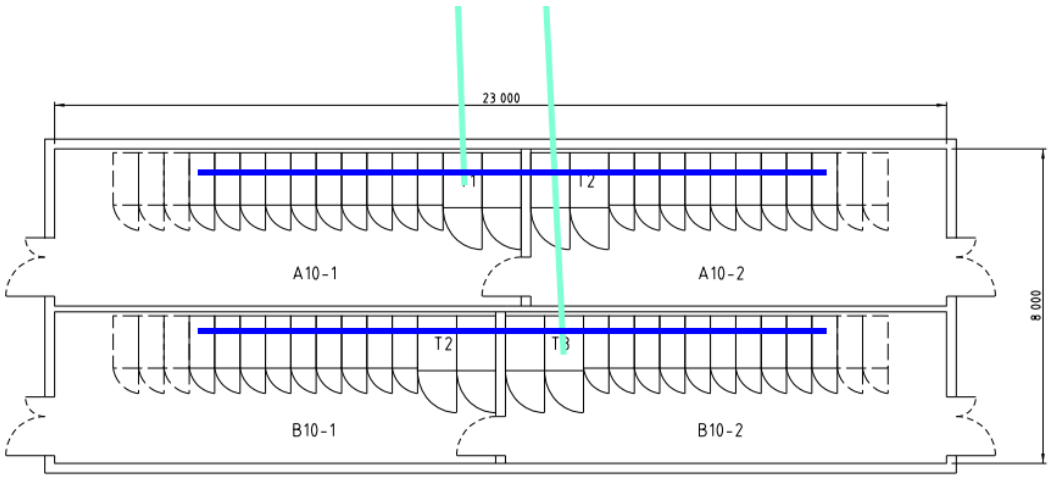
Detaljinformation om kabelstråken ges i Tabell 4.

[2] Strömstyrkan för maxkonfigurationen på 10 kV-sidan samt för kablarna mellan GIS-byggnaden och transformatorerna beräknades enligt $I = \frac{P}{\sqrt{3}U}$. För de inkommande 130 kV-ledningarna samt samlingsskenan i GIS-byggnaden ansattes en konservativ ström om 80% av inkommande lednings kapacitet, vilket avrundades till 370 A.

Tabell 4 Detaljinformation om kabelstråk.

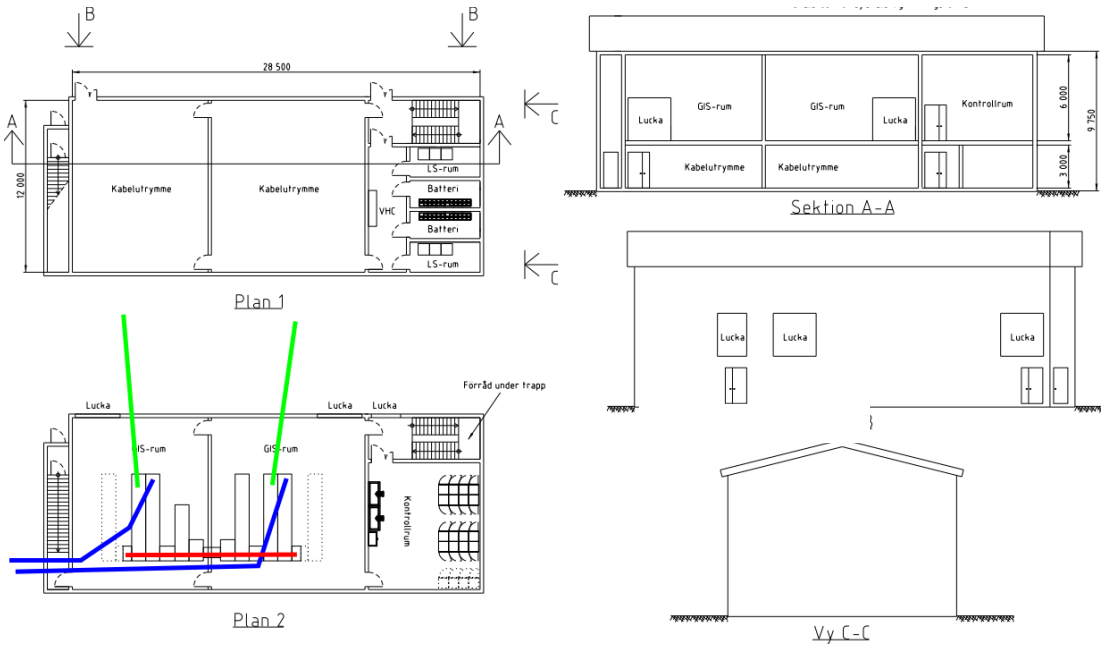
Spänningsnivå (kV)	Konfiguration	Antal förband per stråk	cc-avstånd förband (cm)	Förläggnings-djup (cm)
10 (blå)	3x1x630 mm^2 Triangel, cc 5 cm	5	35	55
130 (grön)	3x1x630 mm^2 Triangel, cc 7,6 cm	1	-	90
130 (röd)	3x1x1200 mm^2 Triangel, cc 10 cm	2	45	90

En byggnadslayout över ställverksbyggnaden ges i Figur 3. De tre samlingsskenorna i respektive ställverk antas ligga vertikalt ovanför varandra på ett avstånd om 1,58 m, 1,7 m, och 1,82 m från golvet. Ställverksskenorna matas av vertikala ledningar med ett antaget inbördes avstånd om 10 cm.



Figur 3 Byggnadslayout över ställverksbyggnaden. De blåa linjerna avser samlingskenornas position och de cyan-färgade linjerna indikerar matningen från T1 och T3.

En byggnadslayout över GIS-byggnaden ges i Figur 4. De två samlingskenorna ligger placerade vertikalt över varandra på ett avstånd om 0,62 m respektive 1,55 m över golvnivå.



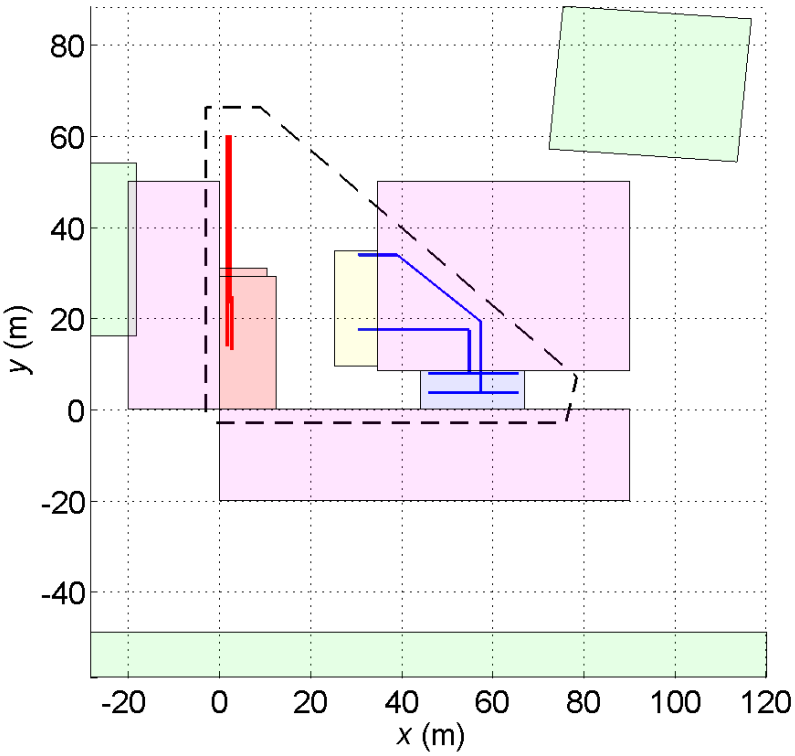
Figur 4 Byggnadslayout över GIS-byggnaden. Den röda linjen avser samlingskenornas position och de blåa och gröna avser kabeldragningar till och från GIS-byggnaden.

Det horisontella avståndet mellan de tre vertikala kablarna svarande mot respektive fas på 10 kV-sidan av T1 och T3 antogs vara 50 cm.

4 Metod

Magnetfältsberäkningarna genomfördes med ett EPRI-program baserat på Biot-Savarts lag. Magnetfälten genereras av strömmar och modellen byggdes upp genom att ange relevanta ledares koordinater och ansätta strömmar till amplitud och fas. Modellen byggdes upp gradvis genom att modellera och simulera de mest relevanta ledarna först, svarande mot de ledare som förväntas ge störst bidrag till magnetfältet. Genom att studera de gradvis mer förfinade simuleringsresultaten gjordes en bedömning när ytterligare ledningar ej behövde inkluderas för att erhålla konvergenta resultat.

En skiss ovanifrån av den slutgiltiga modellen ges i Figur 5. De grönfärgade ytorna svarar mot bilprovningen väster om stationen, bygghandeln nordost om stationen, samt industritomterna söder om stationen. De röda ytorna svarar mot GIS-byggnaden och GIS-byggnadens trapphus. Den gula ytan svarar mot transformatorbåset. Den blåa ytan svarar mot ställverksbyggnaden. De rosafärgade ytorna svarar mot de områden där magnetfältet beräknats på en höjd av 1,5 m ovan mark. Blåa och röda streck svarar mot modellerade ledare på 10 kV respektive 130 kV. Modellen förenklades genom att endast modellera ett kabelförband i respektive stråk och där ansätta den totala strömmen. Den streckade svarta linjen svarar mot ett stängsel som omgärdar stationen och därmed begränsar access för allmänheten.

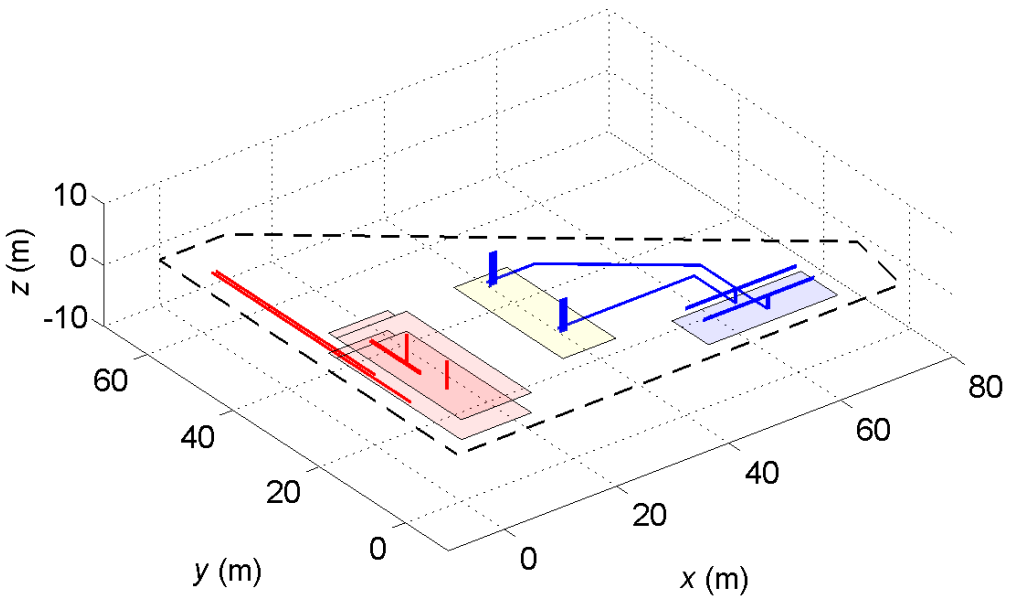


Figur 5 Skiss av simuleringsmodell med områden för var magnetfält beräknats. De röda ledarna svarar mot 130 kV medan de blåa ledarna svarar mot 10 kV.

Bidraget till magnetfältet från kabelförbanden mellan GIS-byggnaden och transformatorbåset (se Figur 2) är lågt i de områden där magnetfältet har beräknats och inkluderades ej i modellen.

Den nedre samlingsskenan modellerades på 130 kV och ett konservativt antagande gjordes om att full ström flyter åt samma håll över alla fack. Faserna i samlingsskenorna var förlagda i triangelform enligt ett datablad från tillverkaren med ett antaget sidavstånd om 34 cm.

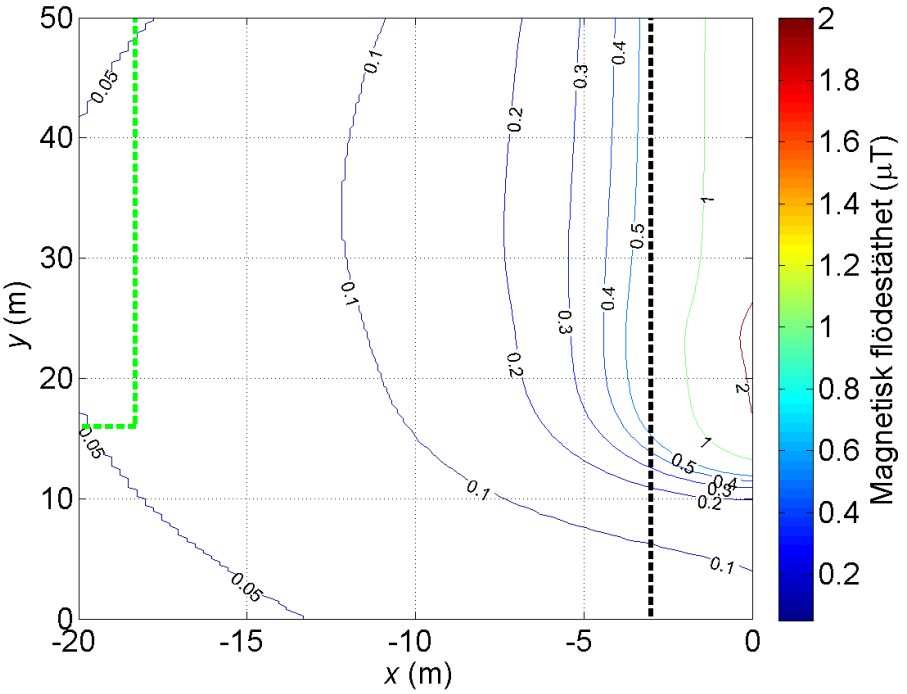
En 3D-skiss av simuleringsmodellen ges i Figur 6.



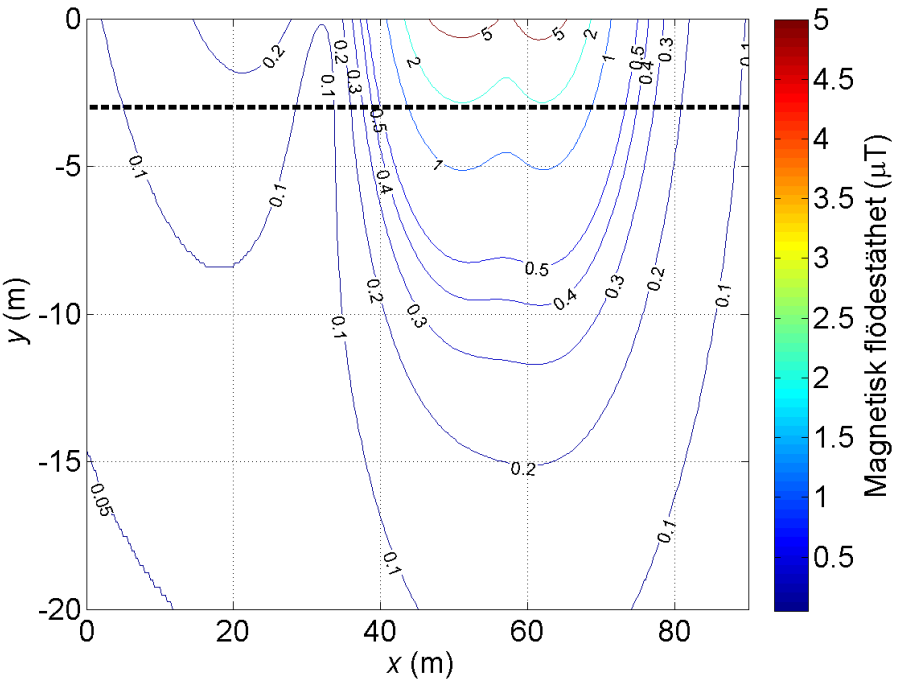
Figur 6 3D-skiss av simuleringsmodellen.

5 Resultat

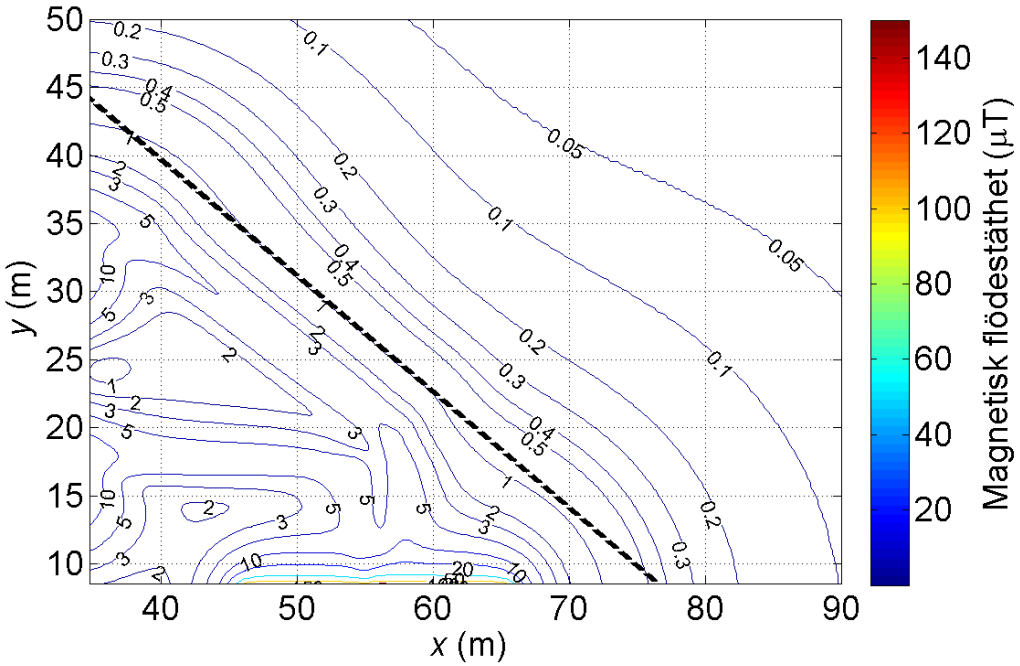
Erhållna resultat i magnetisk flödestäthet för den maximala effektkonfigurationen 1,5 m över marknivå ges i Figur 7 - Figur 9.



Figur 7 Magnetisk flödestäthet väster om stationen beräknad 1,5 m över marknivå för den maximala effektkonfigurationen. Den streckade svarta linjen svarar mot stängslets position. Den streckade gröna linjen svarar mot bilprovningens position.



Figur 8 Magnetisk flödestäthet söder om stationen beräknad 1,5 m över marknivå för den maximala effektkonfigurationen. Den streckade svarta linjen svarar mot stängslets position.

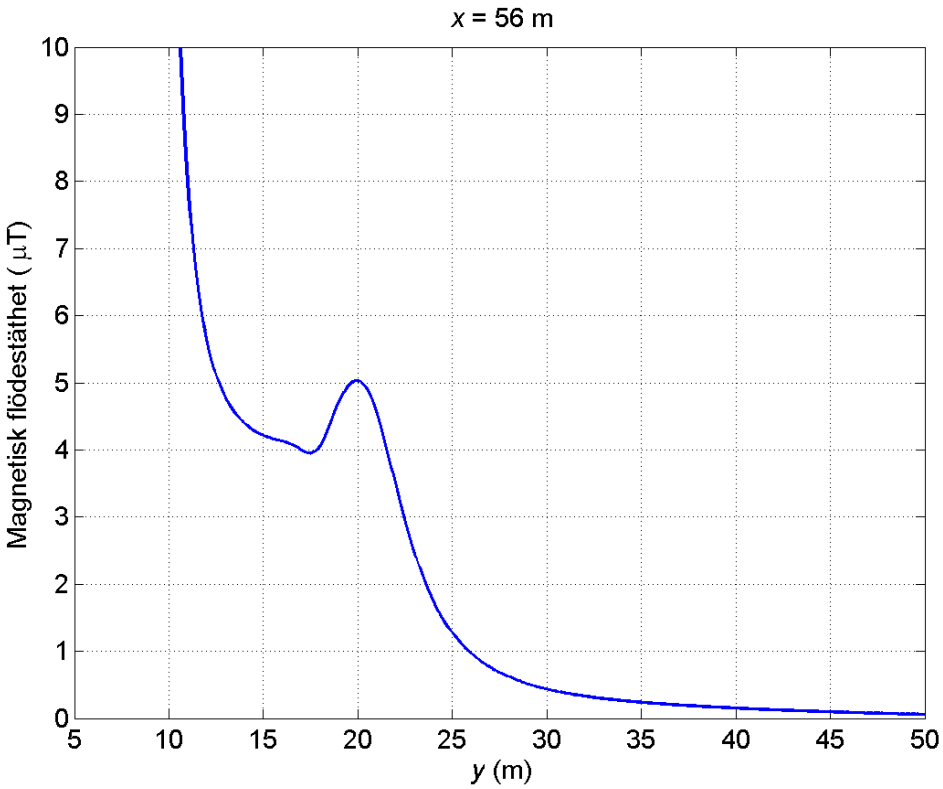


Figur 9 Magnetisk flödestäthet nordost om stationen beräknad 1,5 m över marknivå för den maximala effektkonfigurationen. Den streckade svarta linjen svarar mot stängslets position.

I alla beräkningspunkter utanför stationens staket underskrider den magnetiska flödestätheten referensnivån 100 µT med stor marginal, se Tabell 1. Innanför staketet underskrids den låga insatsnivån för yrkesmässig exponering på 1000 µT med stor marginal,

De något oscillerande nivåkurvorna för låga magnetfältsnivåer är en konsekvens av bristande exportfunktionalitet från det kommersiella beräkningsprogrammet (EPRI). Detta resulterar i att för få värdesiffror nyttjas vid export av låga magnetfältsnivåer. Huvudslutsatsen att väldigt låga nivåer erhålls ändras dock inte. I praktiken bör nivåkurvorna vara mer jämna för låga nivåer.

För att studera hur magnetfältet avtar med avståndet ges i Figur 10 den magnetiska flödestätheten för $x = 56\ \mathrm{m}$, svarande mot x-koordinaten med det största magnetfältet i Figur 9. Som synes avtar magnetfältet initialt mycket snabbt med avståndet, varefter en ökning sker runt $y = 20\ \mathrm{m}$. Detta förklaras med närvaron av kabelförband under marken. För större värden på y avtar sedan den magnetiska flödestätheten återigen snabbt och för $y > 37\ \mathrm{m}$ ligger nivån under 0,2 µT.



Figur 10 Magnetisk flödestäthet som funktion av avstånd från ställverksbyggnaden för $x = 56$ m.

6 Slutsatser

Den magnetiska flödestätheten har simulerats i närheten av E.ONs planerade station i Fröberga. Beräkningarna genomfördes med ett EPRI-program baserat på Bio-Savarts lag för en effektkonfiguration svarande mot ett maximalt effektuttag. Då beräkningarna gjorts för en maximal effektkonfiguration är de erhållna resultaten att betrakta som konservativa.

Resultatet visar att de erhållna nivåerna på magnetisk flödestäthet där allmänheten kan vistas ligger väl under gällande referensnivåer som med stora marginaler skyddar mot väletablerade och omedelbara negativa hälsoeffekter.

Magnetfältet avtar mycket snabbt med avståndet och vid de omgivande byggnaderna ligger nivån på den magnetiska flödestätheten väl under 0,2 μT vilket svarar mot ett maximalt normalt årsmedelvärde i svenska hem [7].

7 Referenser

[1] Europeiska Unionens Råd, ”Rådets rekommendation av den 12 juli 1999 om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält (0 Hz–300 GHz)”, (1999/519/EG), Europeiska gemenskapernas officiella tidning.

[2] ICNIRP, ”ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”, *Health Physics, 74*(4):494-522, 1998.
[3] ICNIRP, ”ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)”, *Health Physics,* 99(6):818-836, 2010.
[4] WHO, Environmental Health Criteria Monograph 238, Extremely low frequency fields, 2007.
[5] Folkhälsomyndigheten, “Vägledning för bedömning av olägenheter för människors hälsa till följd av långvarig exponering för lågfrekventa magnetfält”, Artikelnummer 24188, 30 Augusti 2024.
[6] AFS 2016:3, ”Elektromagnetiska fält”, Arbetsmiljöverkets författningssamling, 2016.
[7] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”Magnetfält i bostäder”, 2012:69, ISSN 2000-0456.