

**Uppmätning av det magnetiska fältet från tågtrafik öster om Upplands Väsby station för projektet Optimus**



**Upplaga 2 Rev A  
6 december 2021**

<b>SAMMANFATTNING.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2 VAD ÄR ELEKTRISKA OCH MAGNETISKA FÄLT?.....</b>	<b>5</b>
2.1 Elektriska fält .....	5
2.2 Magnetiska fält.....	5
<b>3 MÄTNING ÖSTER OM SPÅREN AV MAGNETISKA FÄLT FRÅN BEFINTLIG TÅGTRAFIK SEPTEMBER 2021 .....</b>	<b>7</b>
<b>4 PROGNOSEN FÖR TÅGTRAFIK .....</b>	<b>12</b>
<b>5 DISKUSSION AV MÄTRESULTATEN.....</b>	<b>13</b>

## SAMMANFATTNING

I myndigheternas försiktighetsprincip om lågfrekventa elektriska och magnetiska fält skrivs ”Om åtgärder, som generellt minskar exponeringen, kan vidtas till rimliga kostnader och konsekvenser i övrigt bör man sträva efter att reducera fält som avviker starkt från vad som kan anses normalt i den aktuella miljön. När det gäller nya elanläggningar och byggnader bör man redan vid planeringen sträva efter att utforma och placera dessa så att exponeringen begränsas”.

För att få ett underlag för att bedöma vilka magnetfältsnivåer som kan bli aktuella i de hus som planeras byggas närmast järnvägen vid Optimusvägen har dygnsmätningar genomförts på olika avstånd från spårmit.

Alla mätpunkter utom en, på avståndet 25 m, visade medelmagnetfält under 0,4  $\mu\text{T}$ . Mätpunkten på 25 m gav värdet 0,41  $\mu\text{T}$ . De hus som planeras ligga närmast järnvägen är på avståndet 30 m. Det innebär att mätta magnetfälten 2021 ligger under 0,4  $\mu\text{T}$  i de planerade husen.

Mätningarna visar hur magnetfälten ser ut idag. Den planerade ökade trafiken och nya spår kan innebära att årsmedelvärdena för magnetfält ökar till år 2050 om inga åtgärder vidtas för att reducera magnetfälten.

## 1. INLEDNING

För att få ett underlag för att bedöma vilka magnetfältsnivåer som kan bli aktuella i de hus som planeras byggas öster om järnvägen vid Upplands Väsby station, projekt Optimus, har dygnsmätningar genomförts på de avstånd som de mest närliggande husen kommer att ha.

Det hus som ligger närmast spåren har ett avstånd på ca 30 m från spårmit på närmsta spår, se figur 1.1.

Eftersom järnvägen går rätt genom området behöver riskerna avseende magnetiska fält utredas.



Figur 1.1 De planerade husen i projekt Optimus ligger som närmast ca 30 m från spårmitt på närmsta spår

Detta PM utgör en uppskattning av de befintliga järnvägsrelaterade magnetfälten från tågtrafik på Ostkustbanan vid Optimushusen, Upplands Väsby.

Syftet med mätningen var att mäta de aktuella magnetfälten som underlag för en uppskattning av framtida magnetfält från tågtrafiken, efter utbyggnad av spår och ökad trafik.

Mätningen på östra sidan av spåren utfördes under ett dygn i sex mätpunkter med start 2021-08-07 till 2021-09-08.

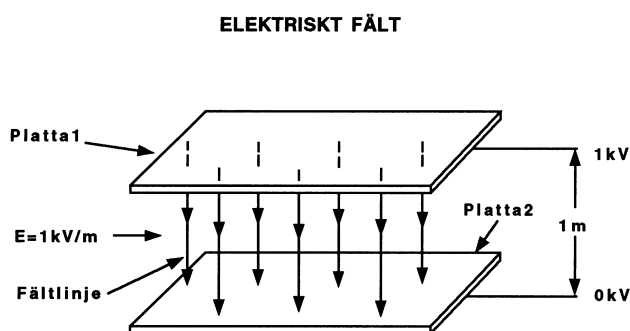
## 2 VAD ÄR ELEKTRISKA OCH MAGNETISKA FÄLT?

Elektriska och magnetiska fält kan karakteriseras av sin styrka och frekvens. Frekvensen anges i hertz (Hz), som anger hur många fältstyrkemaxima fältet har per sekund i en punkt. Det elektromagnetiska spektrumet som sträcker sig från låga frekvenser, som tågfrekvens 16,7 Hz och nätfrekvensen 50 Hz, via radiofrekvens och mikrovågsfrekvens, infrarött, synligt och ultraviolettt ljus upptill röntgen och gammastrålning. Synligt ljus intar en särställning då vi kan se elektromagnetiska fält av dessa frekvenser, övriga delar av spektrumet är osynligt. Det finns dock mätinstrument för samtliga delar av spektret.

Man definierar fältets våglängd som avståndet, i meter, mellan två vågtoppar. Mellan frekvens och våglängd råder ett bestämt förhållande, nämligen att produkten av dessa, våglängden  $\times$  frekvensen, är lika med vågen utbredningshastighet. Denna hastighet är lika ljusets hastighet (300 000 km/s) för alla typer av elektromagnetiska vågor. Låg frekvens svarar mot lång våglängd och hög frekvens mot kort. Vid 50 Hz är våglängden 6000 km, i radiofrekvens området några meter, i mikrovågsområdet några centimeter och i ljusområdet mikrometer.

### 2.1 Elektriska fält

Elektriska fält beror på spänningar; fältet går från en spänning till en annan. Styrkan på det elektriska fältet anges i volt/meter (V/m). Om man har två plåtar som i figur 2.1 och den ena har spänningen 0 V och den andra 1 kV (kilovolt = 1000 V) så blir den elektriska fältstyrkan,  $E$  lika med spänningsskillnaden,  $U$  (= 1 kV) dividerat med avståndet,  $d$  (= 1 m), dvs. 1 kV/m. Detta innebär att alla spänningssatta föremål alstrar elektriska fält.

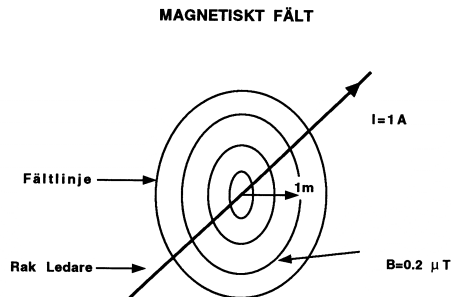


Figur 2.1 Ett elektriskt fält uppstår mellan föremål som har olika spänning. Den elektriska fältstyrkan ( $E$ ) är lika med spänningsskillnaden delat med avståndet mellan föremålen.

### 2.2 Magnetiska fält

Elektriska fält alstras av spänningar, de magnetiska fälten alstras däremot av strömmar. Vi tar ett enkelt exempel, en rak ledning som det går en ström i, se figur 2.2. Runt ledningen skapas ett magnetiskt fält. De elektriska fältlinjerna går från en spänning till en annan, de magnetiska fältlinjerna bildar däremot alltid slutna banor runt om de strömmar som alstrar dem. Styrkan på de magnetiska fälten, den magnetiska

flödestätheten, mäts i tesla (T). 1 tesla är en mycket stor enhet. När det gäller normal miljö får vi ta till mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ), milliondels tesla och nanotesla (nT), milliarddels tesla.



Figur 2.2 Magnetiska fält bildar slutna fältlinjer kring strömförande ledare. Den magnetiska flödestätheten ( $B$ ) uppgår till  $0,2 \mu\text{T}$  en meter från en ledare som för strömmen ( $I$ ) 1 A.

Om vi låter en ström,  $I$ , gå genom ledaren i figur 2.2, får vi en magnetisk fältstyrka,  $H$ , på avståndet,  $r$ .

$$H = \frac{I}{2\pi \cdot r} \quad (\text{A/m})$$

Den magnetiska flödestätheten  $B$  är,

$$B = \mu \cdot H \quad (\text{T})$$

där  $\mu$  är en materialkonstant, permeabiliteten ( $\text{Vs/Am}$ ). Permeabiliteten för vakuum brukar betecknas  $\mu_0$ , den har värdet  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ . Nästan alla material har en permeabilitet med värde mycket nära  $\mu_0$ . Detta gäller för normala byggnadsmaterial, biologisk vävnad och de flesta metaller. Endast magnetiska material som järn har en permeabilitet som avviker kraftigt från  $\mu_0$ . För material med permeabilitet  $\mu_0$  blir flödestätheten från ledaren i figur 2.2:

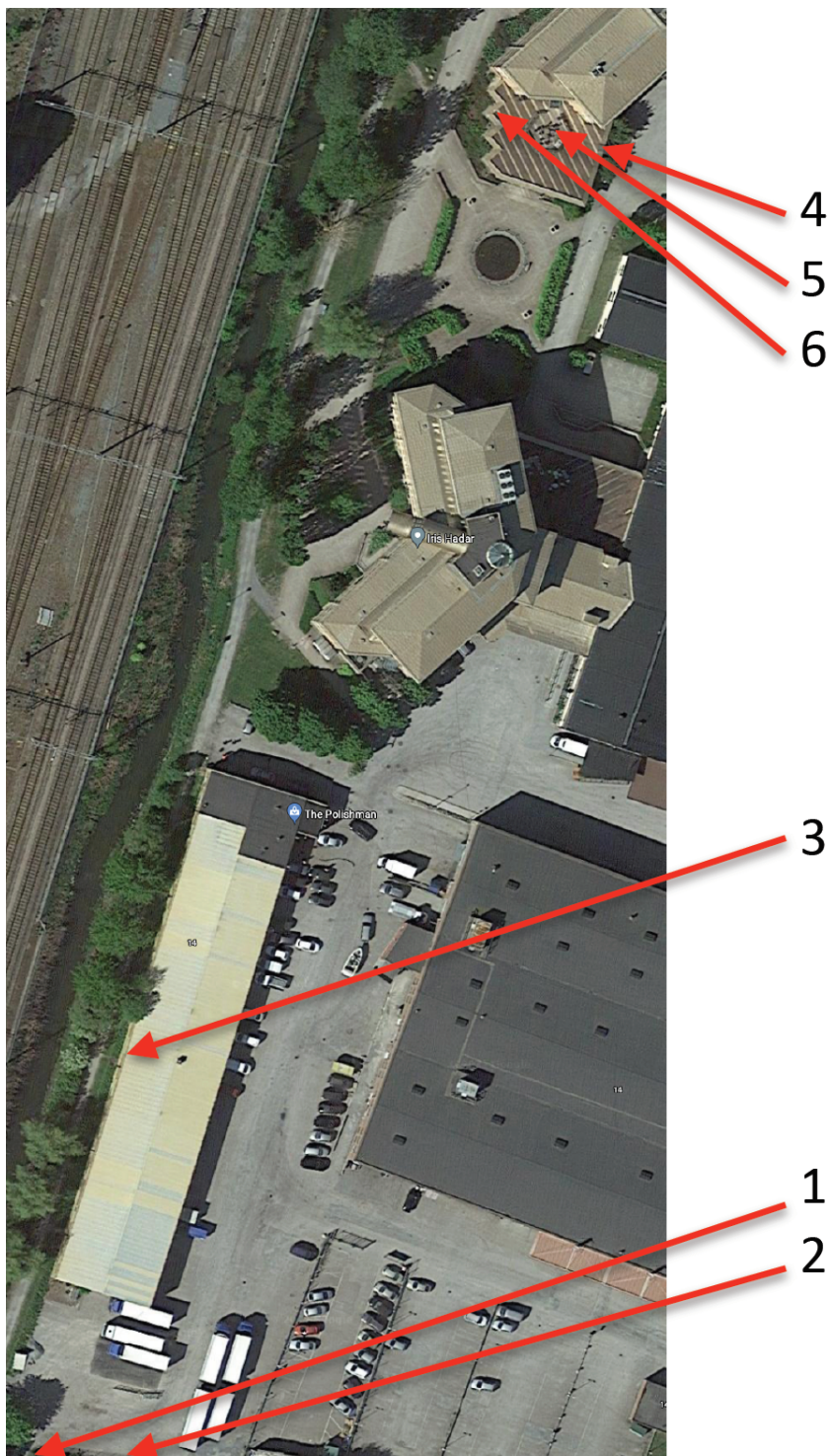
$$B = \mu_0 \cdot H = \frac{2 \cdot 10^{-7} I}{r} \quad (\text{T})$$

Om det går en ström på 1 A i figurens ledare får vi en magnetisk flödestäthet på  $0,2 \mu\text{T}$  en meter ut från ledaren. Vi ser att för normala strömstyrkor blir flödestätheten mycket mindre än 1 T. Är strömmen en likström bildas ett statiskt fält, är det en växelström bildas ett magnetiskt växelfält.

De elektriska fälten skärmas effektivt av byggnader medan de magnetiska fälten endast dämpas marginellt av normala byggnadsmaterial. Den fortsatta framställningen koncentreras därför på de magnetiska fälten.

### 3 MÄTNING ÖSTER OM SPÅREN AV MAGNETISKA FÄLT FRÅN BEFINTLIG TÅGTRAFIK SEPTEMBER 2021

Mätningarna av magnetfält öster om järnvägen har företagits vid Optimusvägen, Upplands Väsby i sex mätpunkter, se figur 3.1.

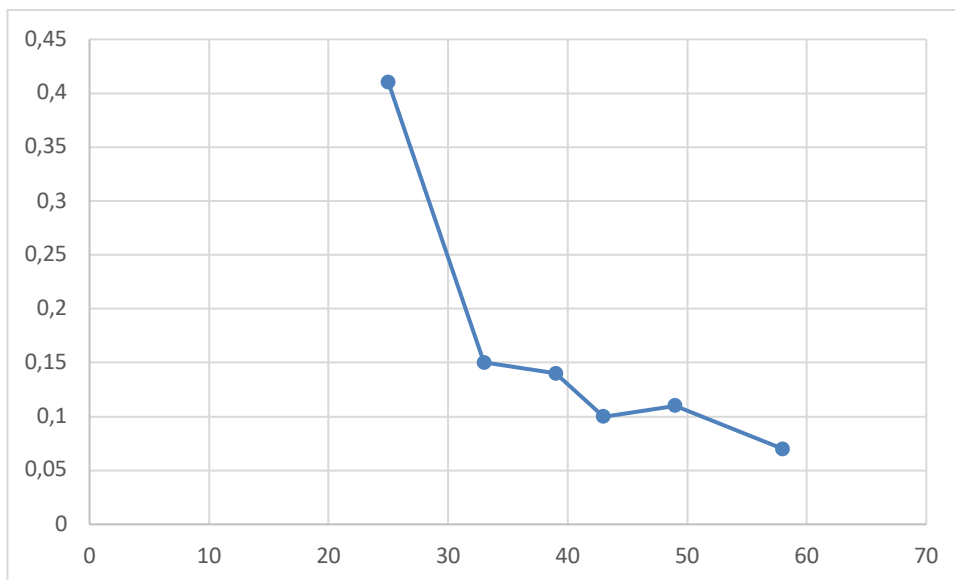


Figur 3.1 Ritning över de sex mätpositionerna vid Optimusvägen.

Vi har loggat magnetiska växelfält i sex positioner. Vid de sex positionerna har mätningar av 16 2/3 Hz magnetfält genomförts under 24 timmar. Magnetfälten är uppmätta med tre magnetfältsmeter av typ EnviroMentor BMM-3000 med serienummer 45, 89 och 119 och Radians Innova BMM-3 med serienummer 320, 362 och 374. Magnetfältsnivån loggades varje sekund med en spänningslogger, i tabell 3.1 redovisas max-, min- och medelvärde för mätningarna samt även höjd från mark och avstånd till närmaste spårmitt. Mätinstrumenten placerades inne i byggnader eller trälådor.

*Tabell 3.1 I tabellen redovisas max-, min- och medelvärden, mätthöjd, avstånd till spårmitt, filnummer för instrument och logger samt starttid.*

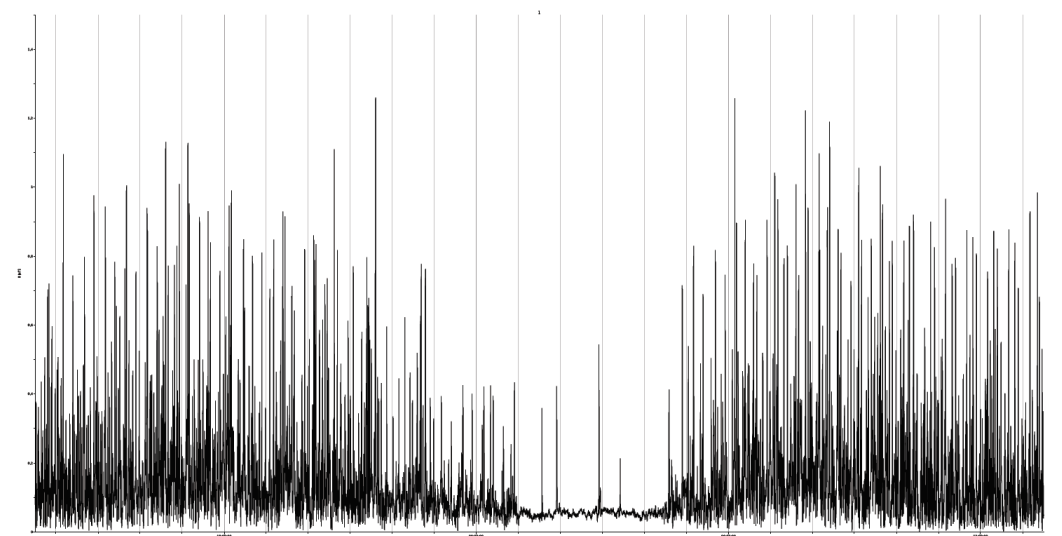
Pos	Fil	Starttid	Höjd [m]	Avstånd [m]	Max [ $\mu$ T]	Min [ $\mu$ T]	Medel [ $\mu$ T]
1	320 - 1	2021-09-07 13:30	0.4	33	1.2	0.00	0.15
2	374 - 2	2021-09-07 13:35	0.5	43	0.90	0.00	0.10
3	362 - 7	2021-09-07 14:00	2.5	25	3.1	0.01	0.41
4	119 - 4	2021-09-07 14:20	4.5	39	1.2	0.00	0.14
5	45 - 5	2021-09-07 14:30	4.5	49	0.89	0.00	0.11
6	89 - 6	2021-09-07 14:30	4.5	58	0.66	0.00	0.07



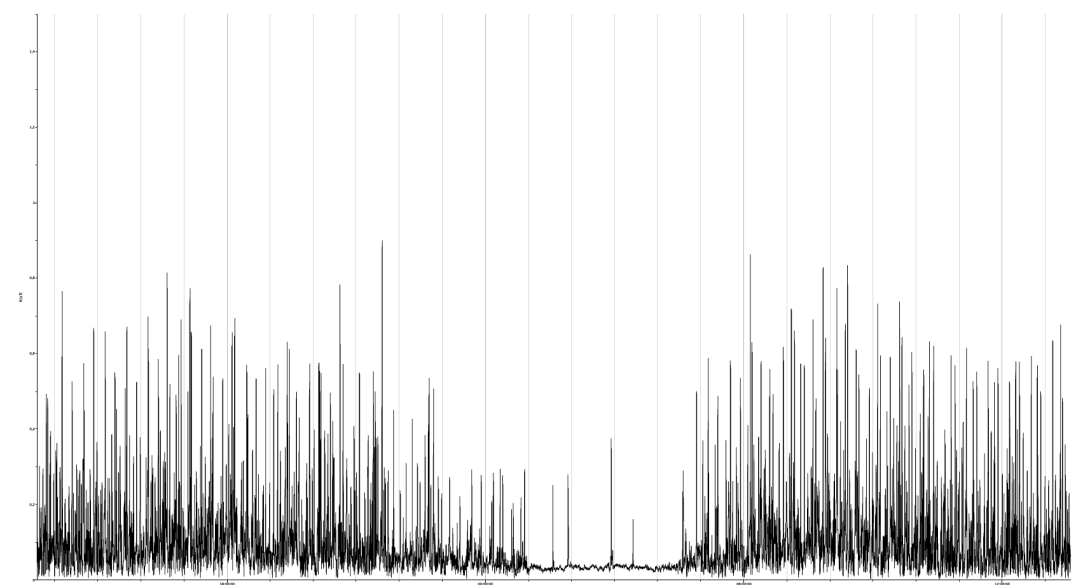
*Figur 3.2 Uppmätt medelmagnetfält i  $\mu$ T som funktion av avstånd till närmaste spårmitt.*

I Figur 3.3 – 3.8 visas hur magnetfälten varierar under det uppmätta dygnet i de olika mätpunkterna.

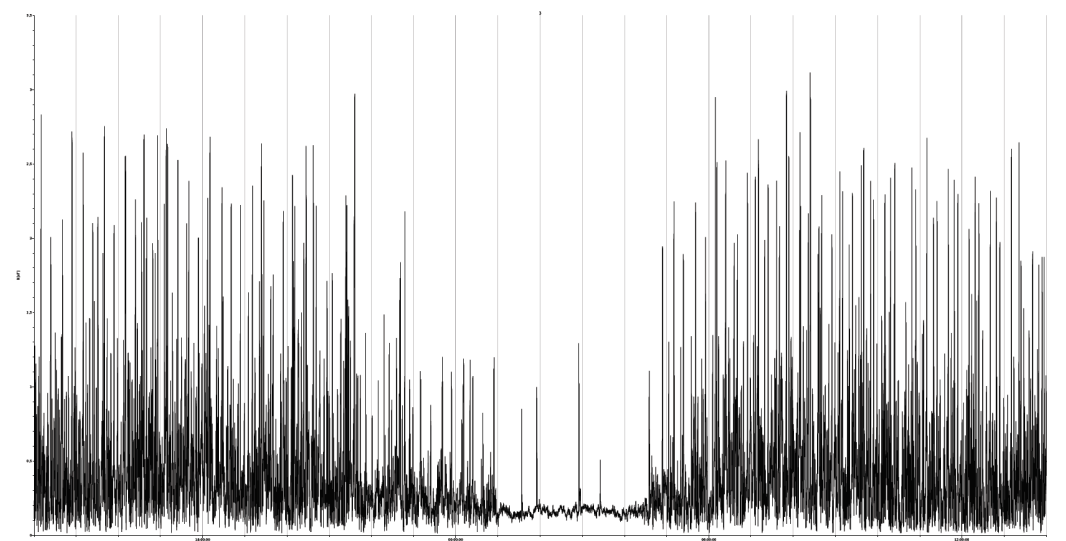




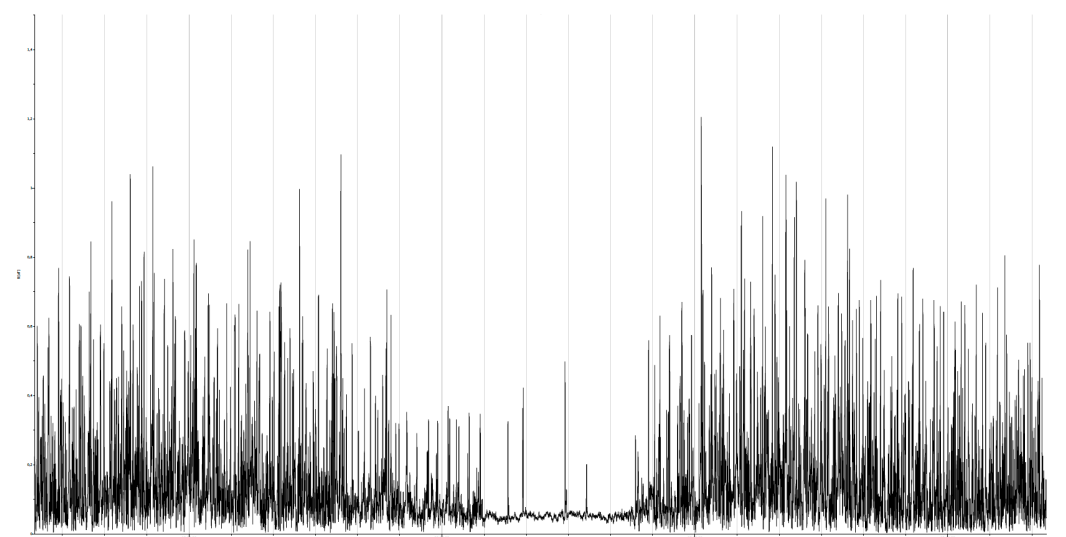
*Figur 3.3 Uppmätt magnetfält i mikrotesla i mätpunkt 1, y-axel 0–1,5  $\mu T$ , högsta mätvärde 1,2  $\mu T$ .  
Mätningen startade 2021-09-07 13:30:00 och avslutades 2021-09-08 13:30:00.*



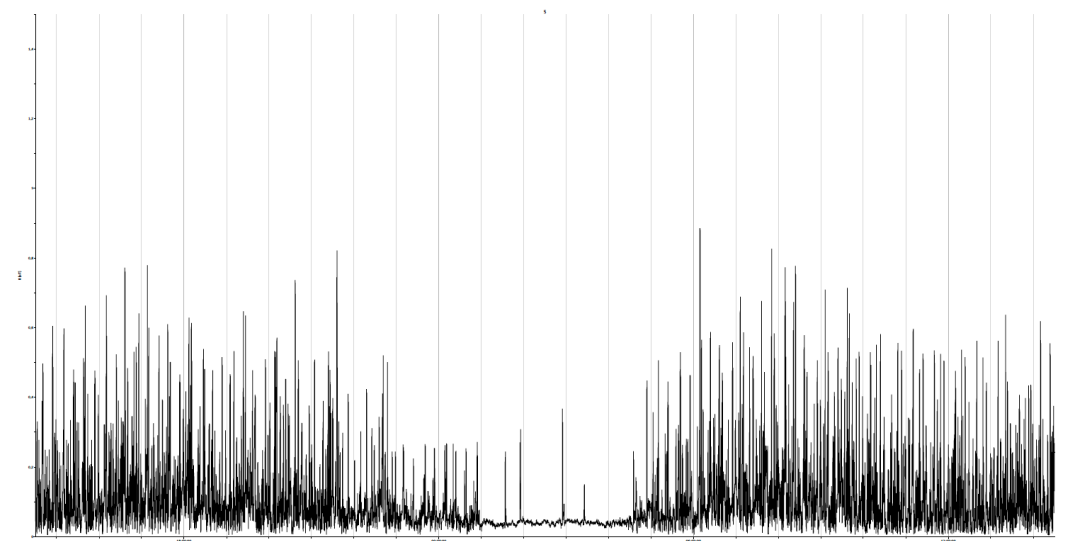
*Figur 3.4 Uppmätt magnetfält i mikrotesla i mätpunkt 2, y-axel 0–1,5  $\mu T$ , högsta mätvärde 0,90  $\mu T$ .  
Mätningen startade 2021-09-07 13:35:00 och avslutades 2021-09-08 13:35:00.*



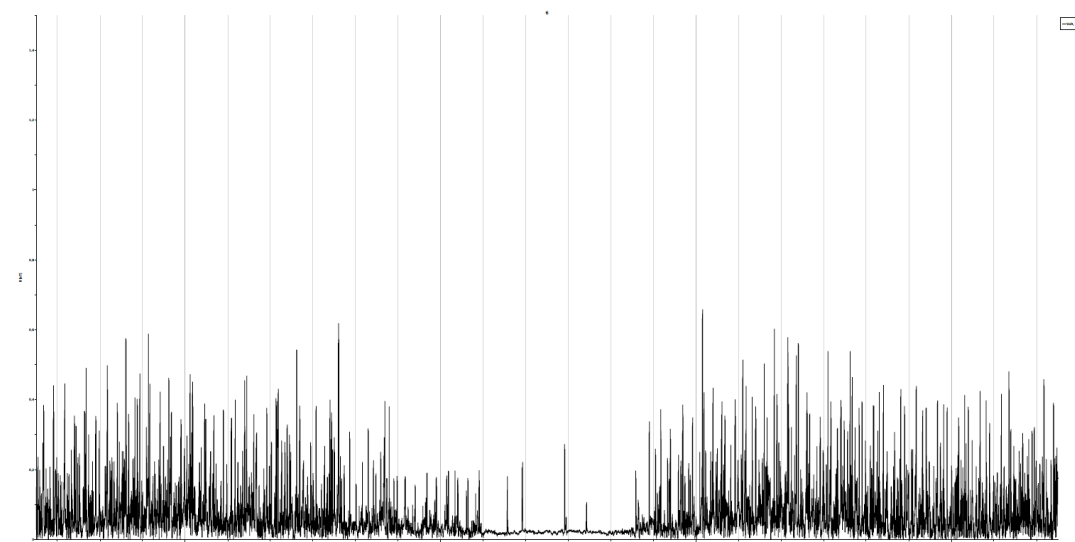
*Figur 3.5 Uppmätt magnetfält i mikrottesla i mätpunkt 3, y-axel 0–3,5  $\mu T$ , högsta mätvärde 3,10  $\mu T$ .  
Mätningen startade 2021-09-07 14:00:00 och avslutades 2021-09-08 14:00:00.*



*Figur 3.6 Uppmätt magnetfält i mikrottesla i mätpunkt 4, y-axel 0–1,5  $\mu T$ , högsta mätvärde 1,20  $\mu T$ .  
Mätningen startade 2021-09-07 14:20:00 och avslutades 2021-09-08 14:20:00.*



Figur 3.7 Uppmätt magnetfält i mikrottesla i mätpunkt 5, y-axel 0–1,5  $\mu\text{T}$ , högsta mätvärde 0,89  $\mu\text{T}$ .  
Mätningen startade 2021-09-07 14:30:00 och avslutades 2021-09-08 14:30:00.



Figur 3.8 Uppmätt magnetfält i mikrottesla i mätpunkt 6, y-axel 0–1,5  $\mu\text{T}$ , högsta mätvärde 0,66  $\mu\text{T}$ .  
Mätningen startade 2021-09-07 14:30:00 och avslutades 2021-09-08 14:30:00.

Som framgår av mätningarna avtar magnetfältet med avståndet från spåren, Figur 3.2. Mätningarna (figur 3.3–3.8) visar att magnetfältet varierar mycket under ett dygn. Mätvärdena är låga på natten då det går få tåg och högre under dagtid. Detaljredovisningarna i figurerna 3.3 - 3.8 visar liknande mönster för de sex mätpunkterna, men med olika amplitud. Det beror på att mätpunkterna ligger olika nära spåren. Mät-punkten 3 ligger närmast, 25 m från närmaste spårmit, med ett medelmagnetfält på 0,41  $\mu\text{T}$ . Magnetfälten kommer inte bara från tåg på närmaste spår utan tåg på övriga spår ger också bidrag.

Idag finns sex spår, efter utbyggnad kommer det att finnas ytterligare spår.

## 4 PROGNOSEN FÖR TÅGTRAFIK

Ostkustbanan går genom området i nord-sydlig riktning. I nuläget består banan genom området av 6 spår, varav 4 huvudspår med genomfartstrafik. De yttre spåren används för regional-, fjärr- och snabbtåg (max 200 km/h) och de två inre spåren trafikeras av godståg och pendeltåg (max 160 km/h). Från Trafikverket har vi fått uppgift om antalet tåg i september 2021, se tabell 14.1. Statistiken avser godståg och resandetåg som antingen passerat, gjort uppehåll vid eller haft sin slutstation vid ankomstplats Upplands Väsby under september 2021 oavsett i vilken riktning tågen gått. Antal framförda tåguppdrag motsvarar antalet tåg som faktiskt framförts under september 2021.

Tabell 4.1 Antal tåg som passerat, gjort uppehåll vid eller haft sin slutstation i Upplands Väsby under september 2021.

År (PAU)	Månad (PAU)	Månadsnamn (Tågslag)	Tågslag	Tågsort	Ankomstplats	Antal framförda tåguppdrag
2021	09	september	GT	GODS	Upplands Väsby	233
2021	09	september	RST	-	Upplands Väsby	817
2021	09	september	RST	FJÄRR	Upplands Väsby	611
2021	09	september	RST	FLYG	Upplands Väsby	4 745
2021	09	september	RST	PENDEL	Upplands Väsby	6 370
2021	09	september	RST	REGION	Upplands Väsby	2 229
2021	09	september	RST	SNABB	Upplands Väsby	512

Totalt har 15 517 tåg trafikerat Upplands Väsby under månaden vilket ger ett medeltal på 517 tåg per dygn. Något fler på vardagar och något färre på lördag och söndag. Av tidtabellerna för linje 40, 41 och 42X (pendel- och regiontåg) framgår det att det går ca 298 tåg på vardagar och ca 246 på helgdagar. September 2021 hade 8 helgdagar och 22 vardagar. Om vi antar att övriga tåg har liknande fördelning får vi att antalet tåg ett vardagsdygn kan uppskattas till ca 542. Antalet är i linje med den uppgift vi tidigare fått år 2016 för trafikeringen från Trafikverket; Ostkustbanan trafikeras 2016 av ca 550–560 tåg per vardagsmedeldygn, varav 6 godståg (summerat i båda riktningar).

Trafikverket har tagit fram en strategisk spårstudie där det framgår att planer finns på att utöka den aktuella sträckan av Ostkustbanan med två nya genomgående spår. Förbi programområdet föreslås att två tillkommande huvudspår placeras väster om befintliga spår\*.

Dessutom planeras ett nytt vändspår i mitten. I samband med utbyggnaden rivs plattformarna och nya, längre plattformar byggs västerut. Befintliga stickspår/industrispår utgår.

Efter en utbyggnad av järnvägen enligt ovanstående beskrivning planeras de två inre spåren trafikeras av i första hand pendeltåg, mellanspåren av regionaltåg och godståg medan de yttre spåren ska trafikeras av fjärrtåg och snabbtåg.

\* Slutrapport DETALJERAD RISKANALYS, Väsby Entré, 2013-10-17, Rosie Kval & Erik Hall Midholm, Brandskyddslaget.

## 5 DISKUSSION AV MÄTRESULTATEN

Kommunen utgår från den allmänna försiktighetsprincipen. Det innebär att man får titta på praxis samt vad som är ekonomiskt och tekniskt rimligt att göra utifrån bedömda risker av människors hälsa. Detta borde innebära att vi skall sikta på att ligga under  $0,4 \mu\text{T}$  i de planerade husen.

Mätningarna på östra sidan av spåren visar ett tidsmönster för magnetfältet som avspeglar tågtrafiken. Vid en ökning av antalet tåg så ökar årsmedelvärdet ungefär som trafikökningen om spåren inte ändras.

Enligt den prognos från 2016, förväntades kapaciteten utökas till ca 750 tåg per dygn år 2020, varav 24 godståg. Uppskattningar av tågtrafiken år 2040 är en ökning till 900 tåg förbi stationen<sup>†</sup>. År 2050 förväntas kapaciteten ökat ytterligare till ca 1 100 tåg per dygn, varav 30 godståg. Vi ser att den ökning som förväntades redan till 2020 inte har inträffat, kanske beroende på pandemin. Den högsta trafikeringen i prognosen för år 2050, ca 1 100 tåg per dygn, innebär ungefär en fördubbling av dagens trafik. En fördubbling av magnetfälten skulle något överskrida  $0,4 \mu\text{T}$  i närmaste punkt, 30 m från närmaste spårmittpunkt, i de planerade husen om spåren är som idag.

Trafikverket planerar man öka med två spår för att få sex spår för genomgående trafik. De nya spåren läggs till väster om nuvarande spår. En bredare bangård ger normalt upphov till mer magnetfält. Anledningen till detta är att alla spårs S-räler är sammankopplade var 300:e meter. I ett tåg som matas via en kontaktledning leds strömmen åter via rälsen, men då alla S-räler är ihopkopplade med varandra kommer återgångsströmmen att fördela sig på alla S-räler.

Magnetfältets styrka beror på strömstyrkan och den slingarea som strömmen bildar. För ett enkelspår blir slingarean höjden  $5,5 \text{ m}$  mellan kontaktledning och räl gånger längden. När vi har flera parallella spår bildas delslingor mellan kontaktledning och de olika S-rälerna. Eftersom ytorna för dessa slingor är större ökar magnetfältet för varje nytt spår vi lägger till, även om de nya spåren läggs till på andra sidan av de befintliga spåren. Detta motverkas i viss mån på östra sidan i och med att vissa tåg kommer att gå på större avstånd från Optimushusen

Den stora osäkerheten är vad de nya spåren innebär för magnetfältet. Magnetfälten påverkas av spårens förläggning och inkoppling. Detta illustreras av mätningen vi gjorde 2016. Mätningen av magnetfält 2016 i järnvägsparken, öster om spåren, i två mätpunkter på avståndet  $35 \text{ m}$  från närmaste spårmittpunkt, varierade i ena mätpunkten mellan  $0,02$  till  $1,32 \mu\text{T}$  med ett medelvärde över mätdygnen på  $0,22 \mu\text{T}$ . I den andra mätpunkten varierade mätvärdena mellan  $0,03$  till  $1,75 \mu\text{T}$  med ett medelvärde över mätdygnen på  $0,28 \mu\text{T}$ . Dessa mätvärden är klart högre än de vi mätte 2021, på motsvarande avstånd, trots att trafiken var lika stor 2016. En möjlig förklaring är att spåren och växlar skiljer sig mellan de två mätplatserna. Det gör det osäkert att förutspå vad en framtida ändring av spårplanen innebär för magnetfälten.

Det är därför viktigt att magnetfälten beaktas när nya spår införs.

Göteborg 2021-12-05

Yngve Hamnerius, Prof. em.

---

<sup>†</sup> Mail Ann Storklitt 2015-10-22.