

Ellevio process och team
Ellevio RNS

Datum
2023-09-19

Författare
Nils Magnusson

Magnetfältsutredning – Tp Liljeholmen

Versionshistorik

1.0		Nils Magnusson – RNS Ellevio	2023-09-19
1.1	Figur 3 justerad	Nils Magnusson – RNS Ellevio	2023-09-19

Innehåll

Magnetfältsutredning – Tp Liljeholmen	1
1. Syfte	3
2. Bakgrund	3
3. Teori	3
4. Allmänna råd kring magnetfält.....	4
5. Beräkningsmodell.....	5
6. Resultat	6
6.1. Linje 1, 2 & 3.....	6
6.2. Linje 4, 5 och 6	9
6.3. Linje 7	11
6.4. Analys	11
7. Mätning av verkligt fält runt liknande anläggning.....	12
8. Slutsatser	13
Referenser	14
Bilaga 1 – Magnetfältsmätning i befintlig station i Liljeholmen, ca 1,5 m över marknivå 15	
Bilaga 2 – Magnetfältsmätning vid modern likartad station i Stockholm, ca 1,5 m över marknivå	16

1. Syfte

Utredningens syfte är att bedöma magnetfältens utbredning runt framtida Tp Liljeholmen genom simuleringar och mätningar.

2. Bakgrund

En ny elnätsstation ska byggas framför befintlig tryckpunktsstation i Liljeholmen. Den befintliga anläggningen står fritt mitt på en tomt varför magnetfältsutbredningen runt denna inte påverkar någon stadigvarande vistelse. Den framtida ersättande anläggningen kommer dels att hamna närmare befintliga bostäder men även troligen i framtiden att byggas ihop med bostäder eller kontor i direkt angränsande byggnader.

Utifrån anläggningens tänkta utformning har en modell för simulering av magnetfält byggts upp i programmet EMF-7 Magnetic Field.

Beräkningsmodeller för magnetfält fungerar normalt bra när enstaka kablar eller eldningsmoduleras. En stor station som Tp Liljeholmen modelleras sällan och är väldigt komplex att få en verklighetsförankrad modell för. Därför har även magnetfältsmätningar runt liknande stationer utförts för att ha som referens vid analys av resultaten.

3. Teori

Elektromagnetiska fält är ett samlingsnamn för både elektriska och magnetiska fält. Elektriska fälten alstras av spänning och mäts i enheten volt/meter (V/m). Magnetiska fälten alstras av ström och dess styrka anges utifrån fältets flödestäthet som i enheten Tesla (T). Denna utredning rör lågnivåexponering på relativt långt avstånd från magnetfältsalstrande delar och därför används enheten mikrotesla (μT).

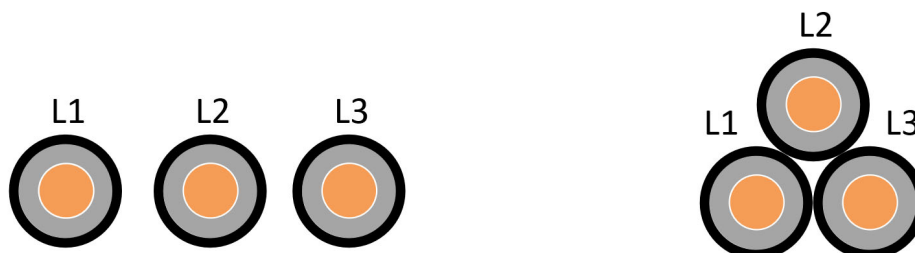
Styrkan på magnetfältet beror på avståndet till den strömförande elektriska ledaren eller apparaten. Magnetfältet avtar ungefär kvadratisk med avståndet från en ledare $1/r^2$ och kubiskt med avståndet från en punktkälla $1/r^3$.

Transformatorerna ses som en punktkälla och har därmed högt magnetfält på nära håll men väldigt lågt magnetfält på lite längre håll.

Under en kraftledning eller ovanför en markförlagd kabel är magnetfältet som högst rakt under ledningen respektive rakt över kabeln. Om flera kablar eller ledningar finns i närheten samverkar fälten och kan försvagas eller förstärkas. För att få ett så lågt magnetfält som möjligt förläggs alltid Ellevios kablar i trefoil¹-formation vilket gör att fälten från de enskilda faserna motverkar varandra och ger ett lägre totalt fält jämfört med om faserna skulle ligga på rad i planformation. Se Figur 1 nedan.

¹ Treklöverformation

Dock finns det av praktiska skäl delar i Ellevios stationer där kablar inte kan ligga i trefoil utan behöver ligga i plan vilket gör att vissa anläggningsdelar kan ge förhöjda magnetfält.



Figur 1, kabel i planförläggning och s.k. trefoil

4. Allmänna råd kring magnetfält

Strålsäkerhetsmyndigheten beskriver allmänna råd för begränsning av allmänhetens exponering för magnetiska fält i föreskriften SSMFS 2008:18 [1].

De allmänna råden baseras på att elektriska eller magnetiska fenomen som kan uppträda i människokroppen inte får störa funktioner i nervsystem eller ge upphov till skadlig värmeutveckling.

För kraftledningar i det svenska elnätet är referensvärdet $100 \mu\text{T}$ men detta relaterar till momentana nivåer vilket normalt inte uppstår på platser där allmänheten kan vistas.

När det gäller långtidsexponering på platser där människor vistas stadigvarande saknas det fasta riktvärden. Dock har Strålsäkerhetsmyndigheten i rapport 2012:69 [2] utifrån mätningar bedömt att årsmedelvärden under $0,2 \mu\text{T}$ är normalt i boendemiljö och värden över $2 \mu\text{T}$ kan anses vara kraftigt förhöjda.

I planeringen av kablar och kraftledningar tillämpar Ellevio ett konservativt gränsvärde på $0,4 \mu\text{T}$ för närliggande bostäder. Runt stationer är det dock inte alltid möjligt att uppnå detta värde i anläggningens omedelbara närhet varför man får anpassa intilliggande verksamhet så att t.ex. utrymmen där människor vistas stadigvarande inte ligger direkt intill elnätsstationen.

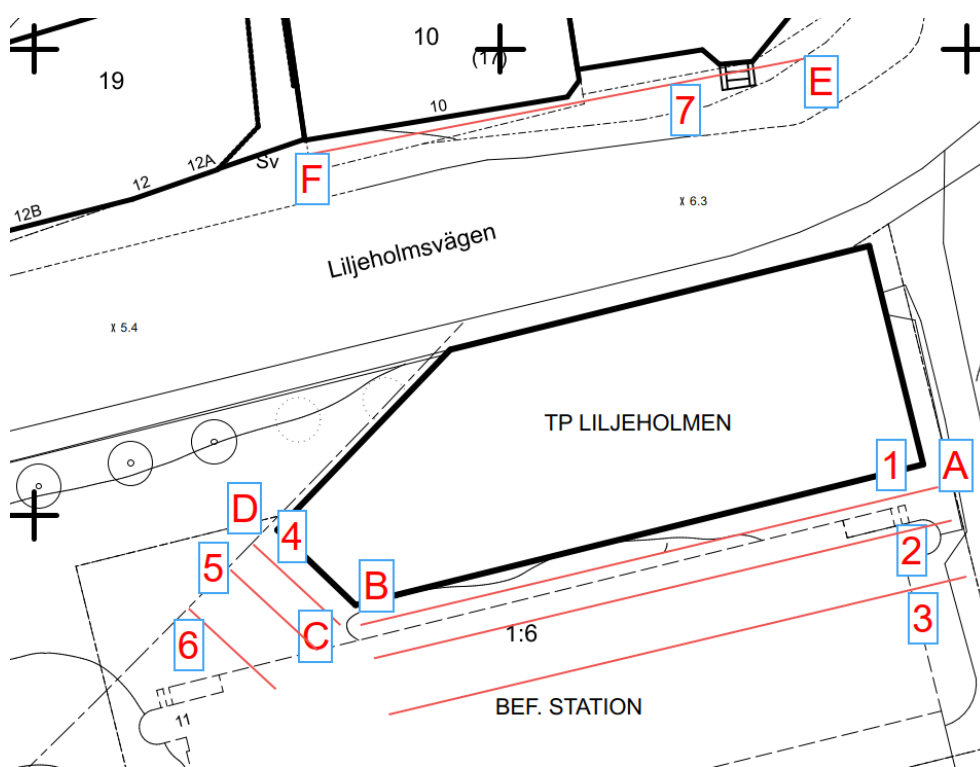
Tidigare hade Stockholm Stad en skrivelse som vägledning för miljöfrågor i stadsplaneringen [3]. Denna utgår från en försiktighetsstrategi och att avståndet från elnätsstationer till platser där människor vistas stadigvarande ska vara minst 5 m. Speciell försiktighet ska vidtas vad gäller planeringen av skolor, daghem och bostäder.

5. Beräkningsmodell

En modell av den tänkta elnätsstationen har byggts upp i 3D av Sweco i mjukvaran EMF-7 Magnetic Field. Programmet räknar enligt en metod som beskrivs i EPRI Red Book [4]. Modellen byggs upp av raka ledarelement som beskrivs med ström, fasläge och ändpunktskoordinater i ett 3-dimensionellt rum.

Ett framtida årsmedelvärde för strömmen i anläggningen har beräknats utifrån dagens belastningsnivåer kombinerat med framtida kapacitet och förväntad lastökning. Även dygnsvariation och årstidsvariation i lasten har vägts in i bestämmandet av årsmedellasten.

Beräkningar har gjorts längs sju linjer på utvalda platser kring byggnaden. Se Figur 2 nedan



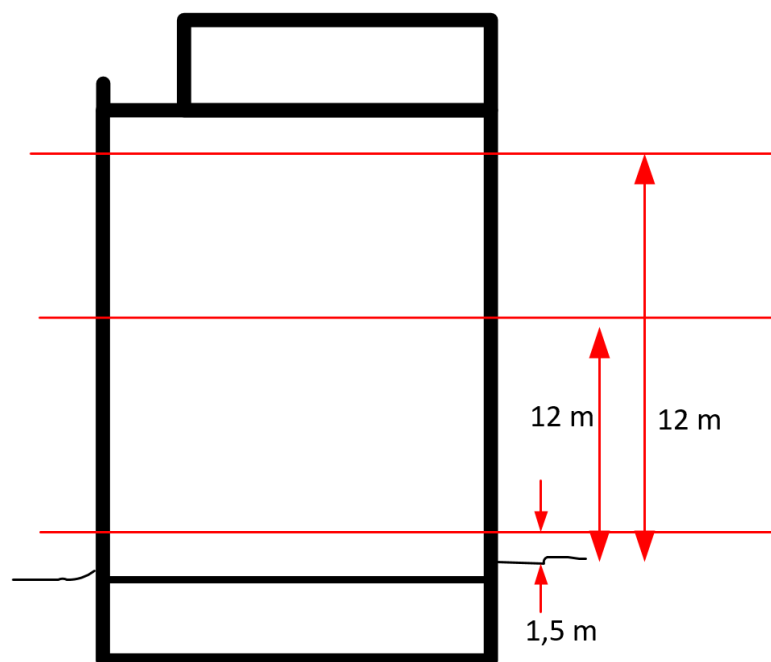
Figur 2 – Översikt över byggnaden och beräkningslinjer

- Linje 1: 2 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå
- Linje 2: 5 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå
- Linje 3: 10 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå
- Linje 4: 2 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå
- Linje 5: 5 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå

Linje 6: 10 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå

Linje 7: 17 meter från byggnaden, 1,5, 12 & 20 m ovanför marknivå

I Figur 3 nedan visualiseras beräkningslinjernas position i höjddled.



Figur 3 – Sektionsvv över höjderna på beräkningslinjerna

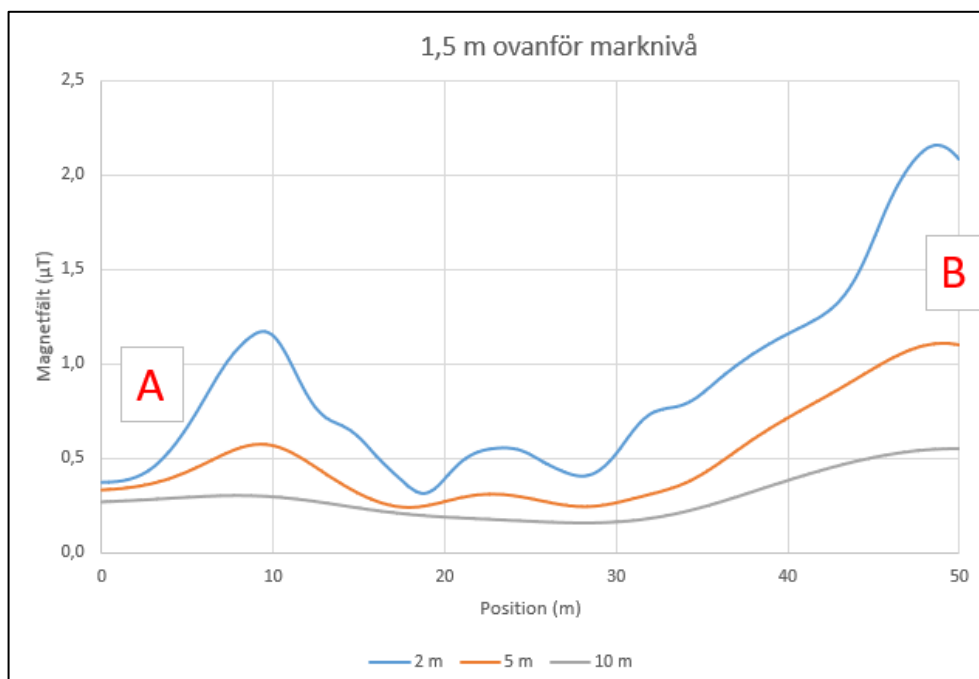
6. Resultat

Magnetfältsnivån för de olika sträckorna har jämförts med avseende på höjd ovan mark och avstånd från byggnaden.

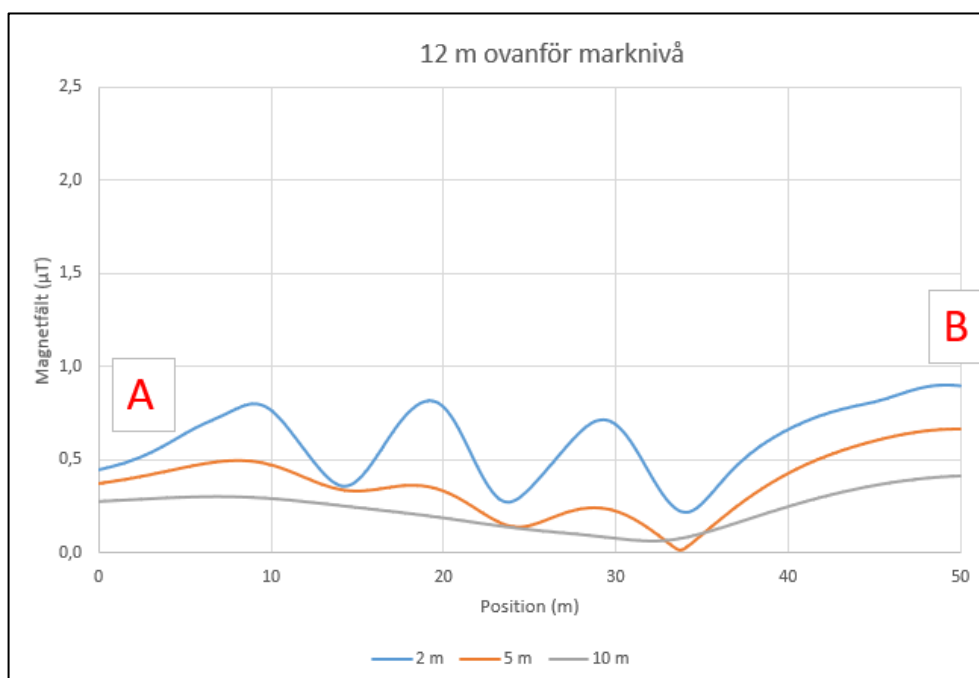
6.1. Linje 1, 2 & 3

Graferna i Figur 4, Figur 5 och Figur 6 visar magnetfältsnivån från punkt A till punkt B på 2, 12 och 20 m höjd över mark och på olika avstånd från byggnaden. Alltså längs södra fasaden från öst till väst.

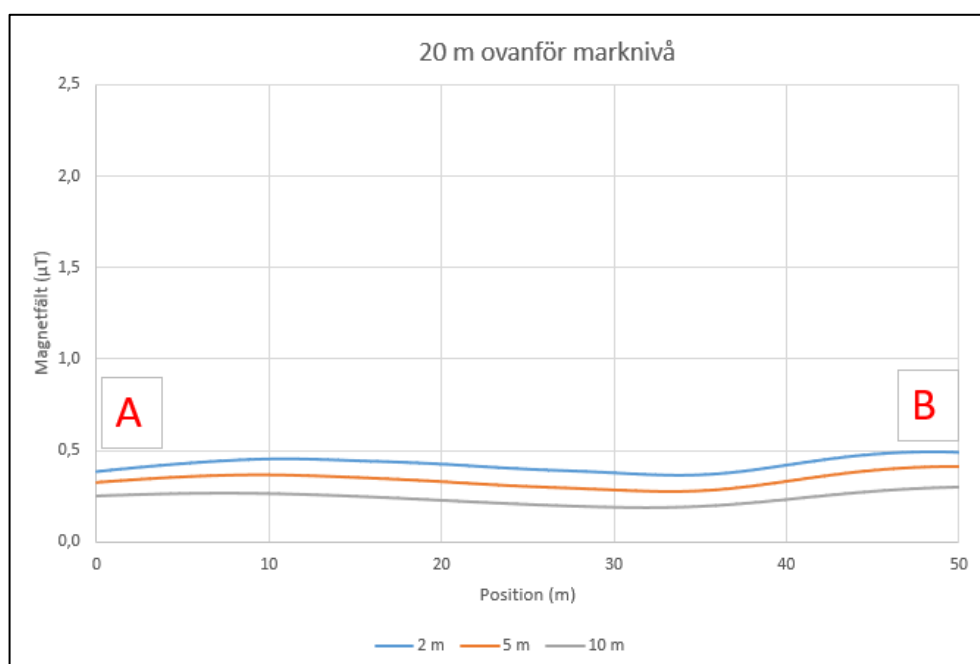
Flödestätheten är alltså som högst vid byggnadens västra del nära marken och har även en förhöjning vid den östra delen. Flödestätheten är lägre högre upp.



Figur 4 – Magnetisk flödestäthet längs med södra fasaden, 1,5 m höjd



Figur 5 – Magnetisk flödestäthet längs med södra fasaden, 12 m höjd

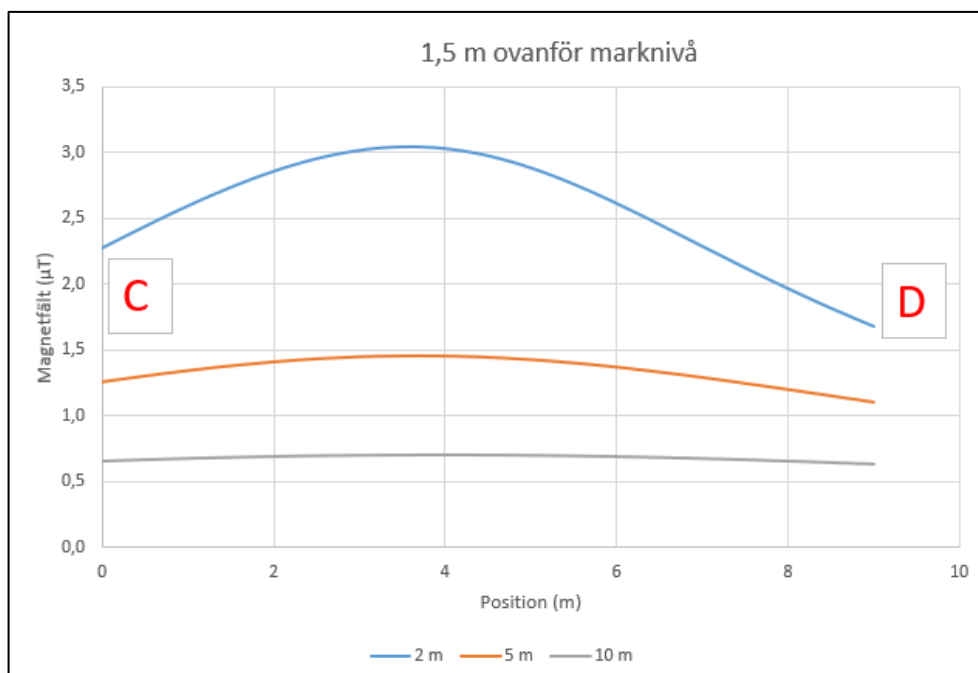


Figur 6 - Magnetisk flödestäthet längs med södra fasaden, 20 m höjd

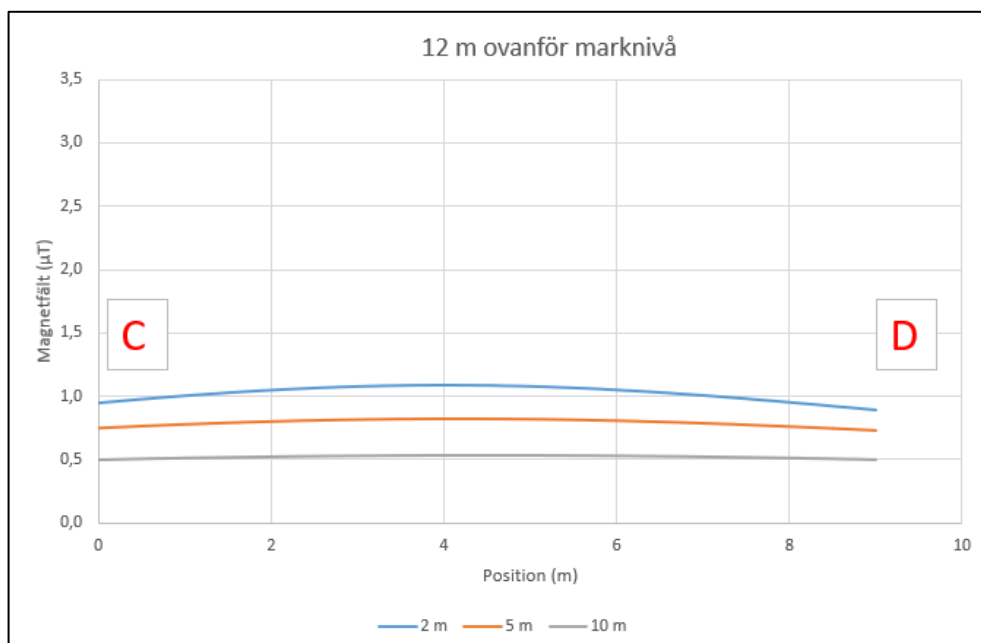
6.2. Linje 4, 5 och 6

Graferna i Figur 7, Figur 8 och Figur 9 visar magnetfältsnivån från punkt C till punkt D på 2, 12 och 20 m höjd över mark och på olika avstånd från byggnaden.

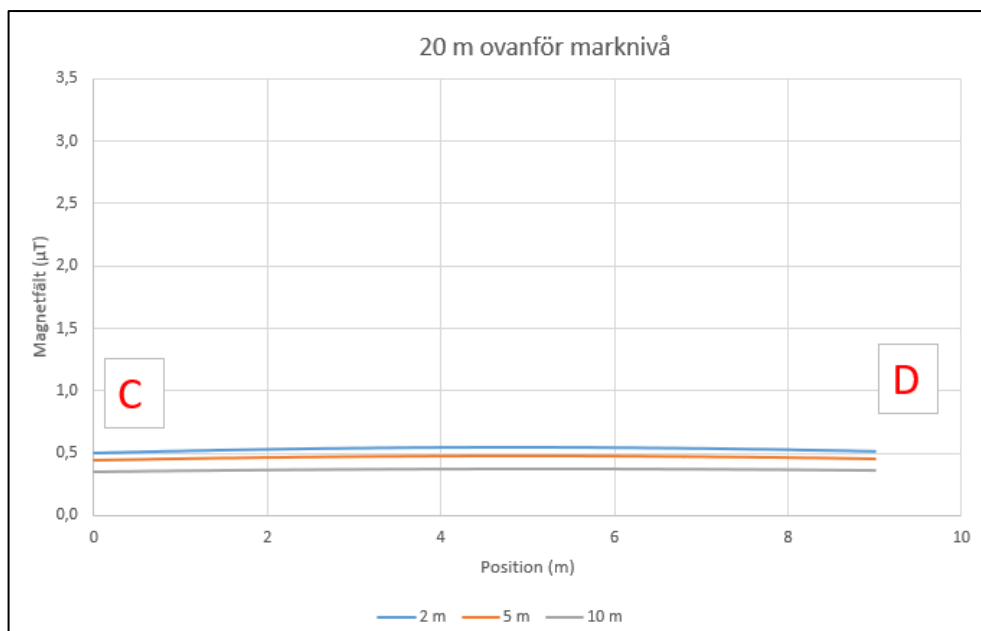
Flödestätheten är alltså ganska jämn längs sydvästra gaveln. Nära byggnaden ligger nivåerna över 0,4 μT men på 10 m avstånd har flödestätheten avtagit till acceptabla nivåer.



Figur 7 - Magnetisk flödestäthet längs med sydvästra fasaden, 1,5 m höjd



Figur 8 - Magnetisk flödestäthet längs med sydvästra fasaden, 12 m höjd

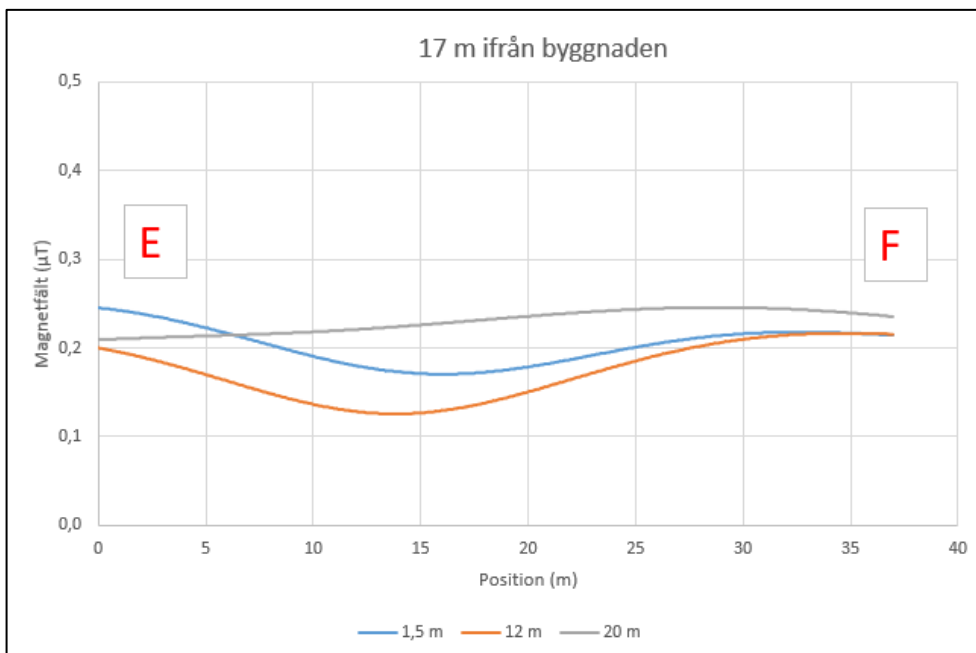


Figur 9 - Magnetisk flödestäthet längs med sydvästra fasaden, 20 m höjd

6.3. Linje 7

Grafen i Figur 10 visar magnetiska flödestätheten på olika höjder från punkt E till punkt F framför fasaden på de befintliga byggnaderna på Liljeholmsvägen mitt emot Ellevios station.

Flödestätheten här är på låga nivåer i alla positioner.



Figur 10 - Magnetisk flödestäthet utanför bostadshus mitt emot stationen, på olika höjd

6.4. Analys

Den höga flödestätheten vid marknivån nära byggnaden beror på de kablar som leder från transformatorerna vilka har höga strömmar. De har dessutom en böjning likt ett "U" i transformatorbåsen vilket också kan bidra till högre flödestäthet.

Även i andra änden av kablarna från transformatorerna ser man förhöjda fält där de ansluter i ställverken utmed södra fasaden. Detta är extra tydligt i Figur 5 där tydliga toppar syns utanför de positioner där det finns transformatorkablage.

Kablarna är simulerade här som att de ligger i plan men om de kan placeras i trefoil så långt som möjligt fram till anslutningen mot transformatorn reduceras enligt simuleringar magnetfältet med ca 25 %.

Fasförskjutning mellan transformatorerna är även valda som det mest ogynnsamma utförandet och genererat ett värstafallsresultat. I verklig anläggning strävas efter att ha en optimal fasordning.

Simuleringsmodellen bygger på att samtliga kablar ligger i plan varför den verkliga magnetfältsnivån blir lägre om de läggs i trefoil.

Det finns även många faktorer i anläggningen som påverkar fältets utbredning men som inte har kunnat modelleras. T.ex. byggnadens armering, ställverkens plåtkapslingar, transformatorernas stora yta, kablar i mark runt byggnaden etc. Därför har även mätningar vid befintliga anläggningar utförts för att se verkliga nivåer.

7. Mätning av verkligt fält runt liknande anläggning

Mätning utfördes runt två anläggningar. Dels runt befintlig tryckpunktsstation i Liljeholmen med den gamla omoderna elkraftutrustningen i, dels runt en annan station i södra Stockholm med modern elkraftutrustning som är byggd i ett utförande som är väldigt likt planerad framtida tryckpunktsstation Liljeholmen.

Mätningarna utfördes under dagtid i mitten av september 2023 och utifrån dygns och årsvariation av lasten kan det antas motsvara ungefär årsmedellast i stationerna.

Instrumentet som användes var en handhållen FW Bell 4190.

Bilaga 1 visar befintlig station i Liljeholmen och Bilaga 2 visar den likartade stationen.

Generellt i båda stationer syns det tydligt att magnetfältet från transformatorerna avtar väldigt snabbt när avståndet ökar. I bilaga 2 finns det en kraftledning nordväst om stationen som bidrar till att fältet blir starkare framför stationen än vad det hade varit utan luftledning. I Liljeholmen finns inga luftledningar.

Kabelstråken som är utmärkta i bilderna medför dock ett förhöjt magnetfält på grund av strömmen i kablarna. Detta fält är starkare än fältet från stationsbyggnaden och i bilaga 1 finns ett antal mätverken inom parentes som visar magnetfältet vid marknivå. Utifrån mätvärdena ser man att vid marknivå är fältet betydligt starkare än vid 1,5 m höjd på de platser som det finns kablar under mark. Fältet avtar alltså avsevärt när avståndet till kablarna ökar.

8. Slutsatser

Det är alltid svårt att representera verkligheten i en simulering av en så pass komplex anläggning som denna. Simuleringen tar t.ex. inte hänsyn till ställverkskapslingarnas eventuella skärmande effekt och inte heller transformatorernas magnetfält och hur dessa inverkar på andra magnetfält.

De verkliga mätningarna kring likartade stationer har visat att magnetfälten runt stationerna är relativt svaga och avtar snabbt med avståndet. Transformatorerna i sig är punktkällor och runt dessa minskar magnetfältet snabbt med avståndet, sannolikt är fälten från transformatorablarna starkare än från transformatorerna själva utanför stationsbyggnaderna.

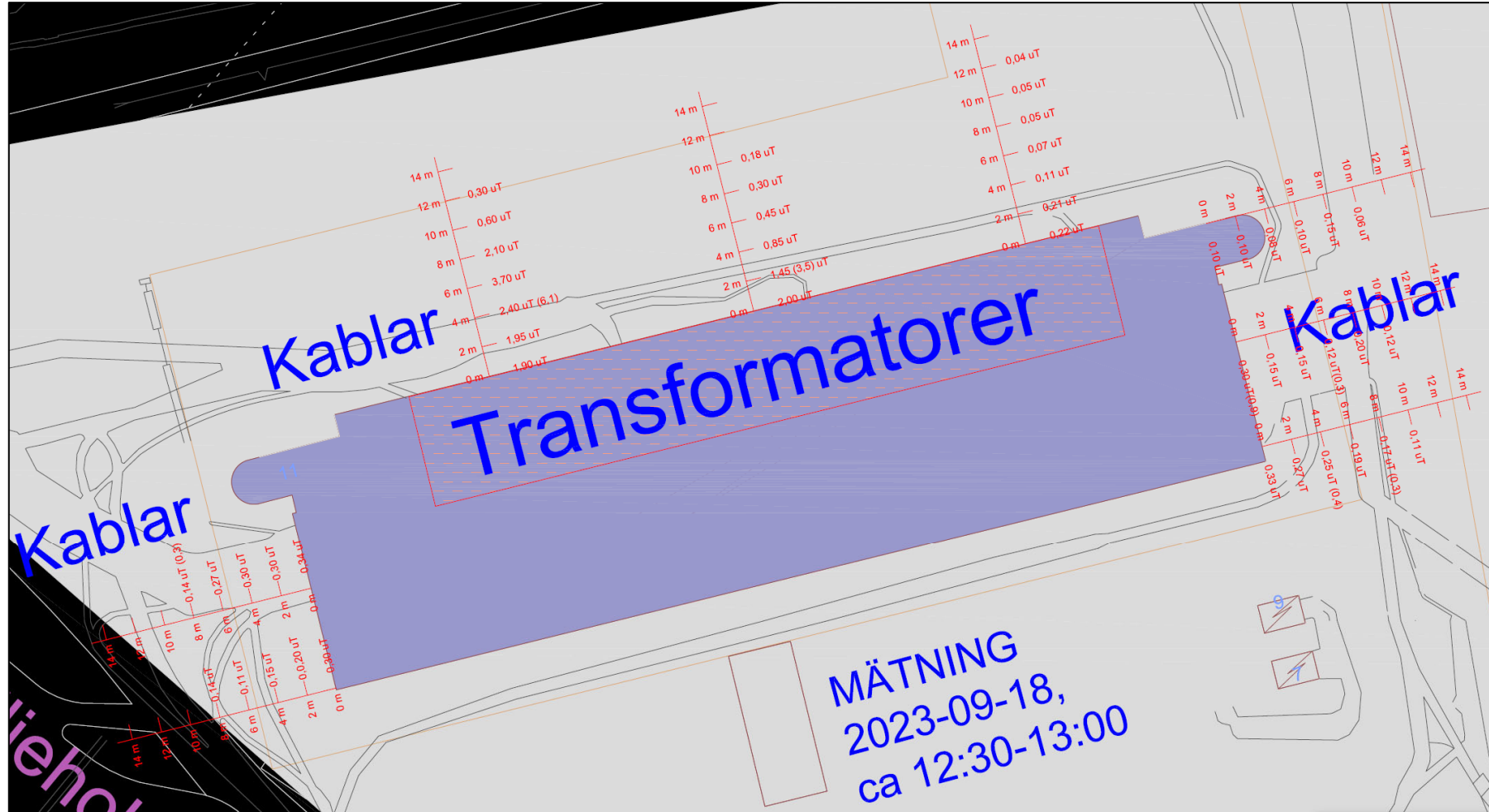
Områden med mycket kablar i mark kan ha förhöjda magnetfält men även här avtar flödestätheten snabbt med avståndet från kablarna.

Även om simuleringen sannolikt visar högre värden än i verkligheten så går det utläsa vilka områden som kommer ha högst magnetfält runt byggnaden. Vid färdig och driftsatt station bör mätningar därför utföras i dessa områden för att sedan kunna bedöma hur intilliggande framtida fastigheter ska utformas.

Referenser

- [1] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”SSMFS 2008:18, Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält”.
- [2] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”2012:69 Magnetfält i bostäder”.
- [3] M. Stockholm, ”Hjälprea för miljöfrågor i stadsplaneringen i Stockholms stad,” 2018.
- [4] EPRI, EPRI AC Transmission Line Reference Book - 200 kV and Above. Third Edition, 2005.

Bilaga 1 – Magnetfältsmätning i befintlig station i Liljeholmen, ca 1,5 m över marknivå



Värden inom (parentes) är kontrollmätningar vid marknivån för att se underliggande kablers bidrag tydligare

Bilaga 2 – Magnetfältsmätning vid modern likartad station i Stockholm, ca 1,5 m över marknivå

