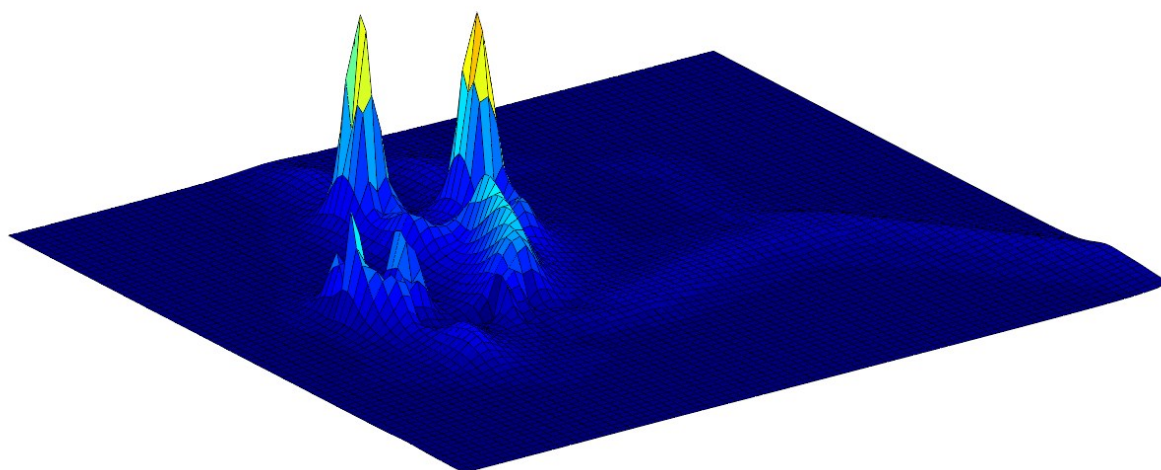


# Magnetfältsutredning station Jarlaberg

Analys av magnetfält i stationens närområde



## Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund.....	3
3. Kort om gränsvärden för magnetfält.....	3
4. Metod.....	4
4.1 Indata.....	4
5. Resultat.....	7
5.1 Östligt kabelschakt.....	7
5.2 Närområde - maximal last.....	9
5.3 50% av maxlast.....	10
6. Citerade verk.....	11

## 1. Sammanfattning

Det bedöms inte finnas skäl till åtgärder som minskar magnetfältet i och kring station Jarlaberg, eftersom fältstyrkorna utanför stationsområdet är tillfredsställande låga på alla de platser där människor kan tänkas uppehålla sig en längre tid. Alla markområden som är lämpade för framtida bebyggelse bedöms ligga utanför den påverkanszon som stationen ger upphov till.

## 2. Bakgrund

En ny fördelningsstation ska uppföras i Jarlaberg. Stationen kommer vara en stor s.k. tryckpunkt med ett flertal spänningsnivåer (220/30/10 kV). Projektet är ett samarbete mellan Nacka Energi och Ellevio, där Ellevio ansvarar för 220kV-utrustningen och Nacka Energi svarar för 30- och 10kV-utrustningen.

En fördelningsstation av aktuell storlek kan ge upphov till betydande magnetfältstyrkor. Ellevio har sen tidigare genomfört en magnetfältsberäkning (1) avseende de 220kV-förband som kommer förse station Jarlaberg med kraft, men den utredningen berör enbart Ellevios egna förband och ger inte en fullgod bild av förväntade fältstyrkor i stationens närområde. Den här rapporten ämnar klarlägga vilka fältstyrkor som är att vänta i närheten av stationsområdet, och ehuru några åtgärder behöver vidtas.

## 3. Kort om gränsvärden för magnetfält

Magnetfält uppträder varhelst ström löper. Det innebär att det alstras magnetfält runt allt ifrån kraftkablar och transformatorer till hushållsapparater såsom hårtorkar och mixerstavar. Det genomsnittliga magnetfältet i en bostad i ett storstadsområde uppgår normalt till ungefär  $0,1\mu\text{T}$ .

Det finns en stor samstämmighet om vilka styrkor hos magnetfält som ger upphov *till omedelbar påverka på människor*. Svenska myndigheter anger i sina skrifter ett så kallat *referensvärde* avseende magnetfält. Detta referensvärde utgör en rekommenderad maxgräns och bygger på EU-riktlinjer. Referensvärdet är ansatt till 1/5 av de nivåer där man med säkerhet kan påvisa negativa hälsoeffekter. För kraftfrekventa fält (50Hz) så innebär det här en nivå om  $100\mu\text{T}$  ( $500\mu\text{T}$  för yrkesverksamma) (2).

Däremot så råder större osäkerhet kring *långtidseffekter* och eventuell ökad risk för cancer. Inga entydiga bevis för att magnetfält från kraftledningar orsakar cancer finns. En viss ökad risk för barnleukemi har observerats vid varaktig exponering av magnetfält på över  $0,4\mu\text{T}$ . Risken får dock anses vara liten (2).

Till följd av denna osäkerhet har svenska myndigheter formulerat en *försiktighetsprincip* som innebär att:

*”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”*

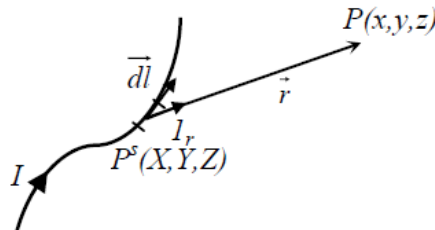
Den här försiktighetsprincipen, tillsammans med indikationerna om en viss ökad risk för leukemi, har i praktiken fått resultatet att  $0,4\mu\text{T}$  anses vara den nivå som ej bör överskridas i områden där människor vistas stadigvarande, detta eftersom långtidseffekterna är okända i dagsläget.

Magnetfält skärmas normalt inte av omgivningen. Det är visserligen möjligt att skärma av magnetfält (inkludnad med aluminiumplåtar alternativt metaller med hög magnetisk permeabilitet), med det är ofta dyrt och sällan helt motiverat om inte omständigheterna är väldigt speciella. Det elektriska fältet, som också finns allestädes närvarande, skärmas effektivt av såväl huskroppar och mark som kabelskärmar.

#### 4. Metod

Magnetfältets styrka inom och i närheten av stationsområdet har beräknats med hjälp av Biot-Savarts lag, vilken tillåter beräkning av magnetfält som uppstår till följd av komplexa förläggningsgeometrier.

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} * I * \int \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$



Varje enskild ledare är i modellen uppdelad i ett antal segment  $d\vec{l}$ . Respektive segments bidrag till det totala magnetfältet beräknas för ett stort antal observationspunkter P (vilka tillsammans utgör en koordinatmatris) och summeras sedan vektoriellt, varpå magnituden hos fältet kan beräknas.

Beräkningarna är utförda i Octave/Matlab, där en algoritm baserad på metoden som läggs fram i (3) är implementerad.

Modellen tar hänsyn till den fäsförskjutning som uppstår vid transformeringen mellan 30- och 10kV-nivån (Yd-transformering).

Modellen tar inte hänsyn till den fältreducering som uppstår till följd av inducerade strömmar i kabelskärmarna.

Modellen tar inte hänsyn till strömtätheten ( $A/mm^2$ ), utan behandlar strömmen som centrerad i respektive ledare.

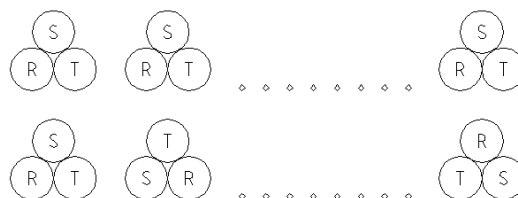
Modellen är kontrollerad gentemot enkla basgeometrier för vilka det finns analytiska lösningar (oändligt lång ledare, kort ledare, rektangulär krets), och har befunnits stämma väl överens med dessa.

Fältstyrkan utvärderas på en höjd över marken om 1,5 meter om inget annat nämns.

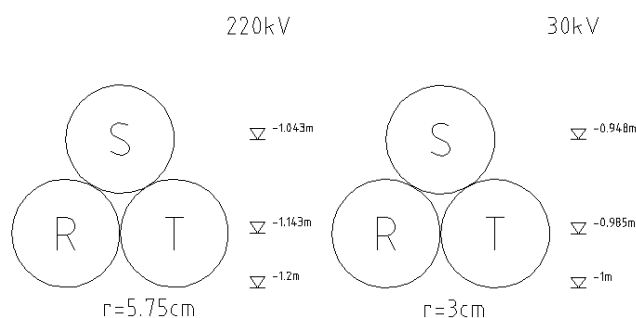
*En ansats har gjorts för att hitta den faskonfiguration hos förbanden som sammantaget ger maximalt magnetfält. Ett sådant värstafallscenario avseende konfigurationen blir då basfallet. Problemets omfattning gör dock att försöken inte varit uttömmande.*

##### 4.1 Indata

Samtliga 220kV- och 30kV-linjer antas bestå av enledare förlagda i triangelformation. 10kV-linjerna antas bestå av 3-ledarkabel.



Figur 1: Principskiss över förbandens faskonfiguration. Konfigurationen kan ha en betydande påverkan på det resulterande fältet.



Figur 2: Förläggningsdjup samt djup för ledarcentrumlinjer 220kV och 30kV

De antagna lasterna för 220kV- och 30kV-linjerna är baserade på ett maximalt behov om 195MVA.

Det antas att enbart en transformator i respektive 30kV-station är i drift. Som en följd av detta så antas även all last mot respektive 30kV-station föras över på enbart en av linjerna.

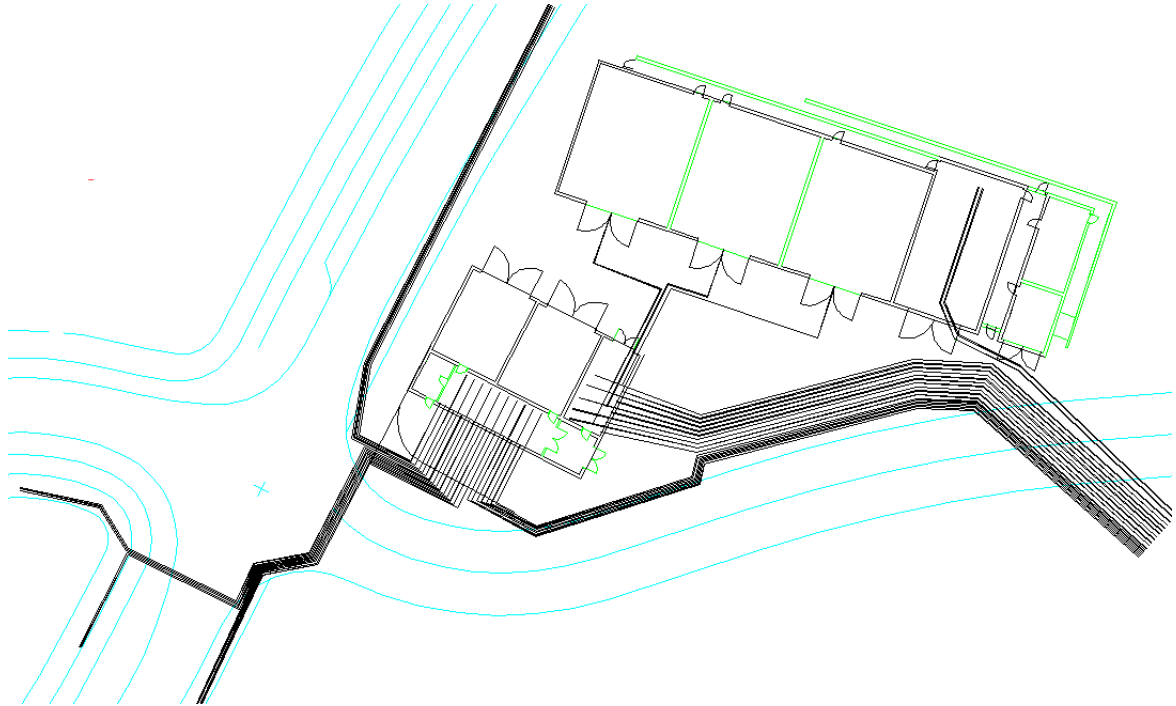
På samma sätt antas att enbart en av de två 33/11kV-transformatorerna i Jarlaberg är i drift, och därigenom tar hela lasten.

Tabell 1: Antagna transformatoromsättningar

Transformatoromsättningar
220/33kV
33/11kV

Tabell 2: Antagna, maximala, strömvärden för respektive linje. Alla utgående 10kV-linjer har antagits ha samma last.

Linje	Ström [A]	Effekt [MVA]	Antagen sp. [kV]
Ink. 220kV 1	256	97,5	220
Ink. 220kV 2	256	97,5	”
Ink. 30kV 1	1706	97,5	30,6
Ink. 30kV 2	1706	97,5	”
30kV Kolbotten 1	472	25	”
30kV Kolbotten 2	0	0	”
30kV Järla 1	566	30	”
30kV Järla 2	0	0	”
30kV Sickla 1	566	30	”
30kV Sickla 2	0	0	”
30kV SVOA	566	30	”
30kV Finnboda 1	472	25	”
30kV Finnboda 2	0	0	”
30kV Öst	283	15	”
30kV Jarlaberg T1	754	40	”
30kV Jarlaberg T2	0	0	”
Ink. 10kV 1	2179	40	10,6
Ink. 10kV 2	0	0	”
Utg. 10kV	109	ggr 20 utg. linjer	”

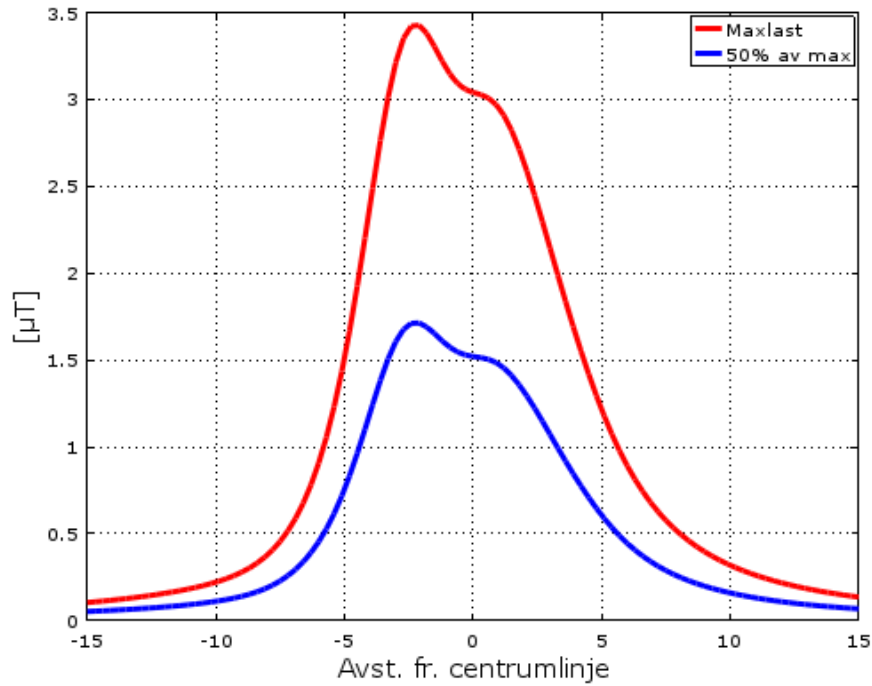


*Figur 3: Stationsområde och antagen kabelförläggning*

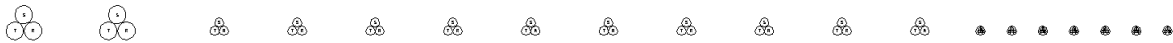
## 5. Resultat

### 5.1 Östligt kabelschakt

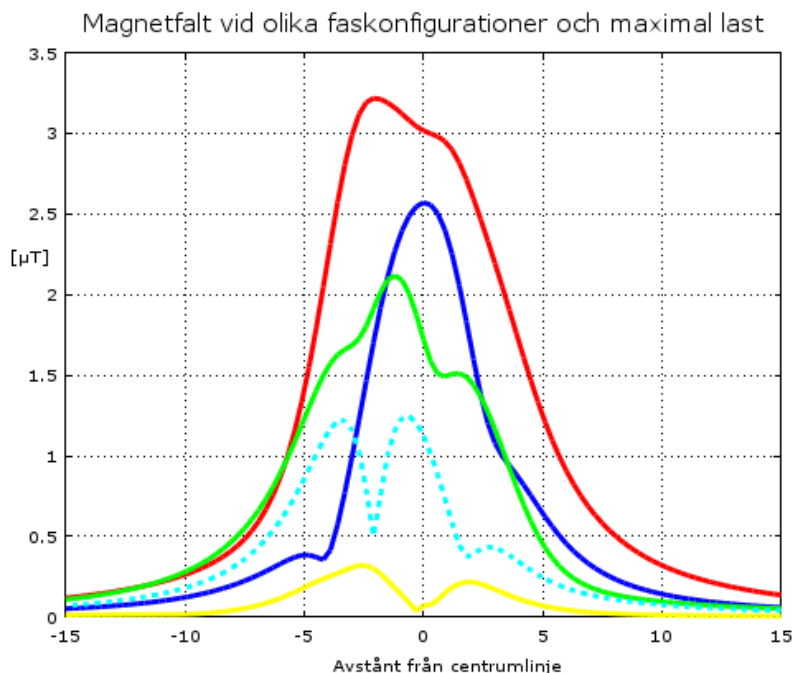
Som synes i Figur 4 så avtar fältstyrkan till under ca  $0,4 \mu\text{T}$  på 8 meters avstånd vid maximal last, i riktning bort över Ellevios 220kV-kablar. Åt andra hållet (över 10kV-kablarna) så avtar fältstyrkan till samma nivåer inom 9 meter vid maximal last.



Figur 4: Magnetfält över östlig kabelgrav under maximala och mer normala förhållanden



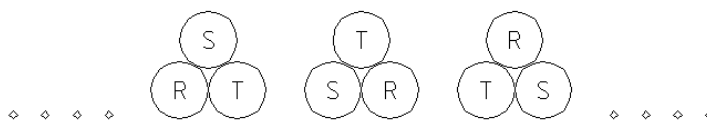
Figur 5: Skiss över linjefölj i kabelschakt. Figuren är enbart illustrativ och är inte i samma skala som Figur 4.



Figur 6: Magnetfältets variation med avseende på linjernas faskonfiguration.

Som Figur 6 visar så kan magnetfältet över det östliga kabelschaktet variera betydligt beroende på hur faserna i kabelförbanden är konfigurerade. Det totala antalet möjliga kombinationer är mycket stort, så en *uttömmande minimerings- och maximeringsanalys* har inte varit möjlig att genomföra. Om även övriga ledningssegment (transformatorförband etc.) önskas analyseras så blir problemet snabbt oöverskådligt.

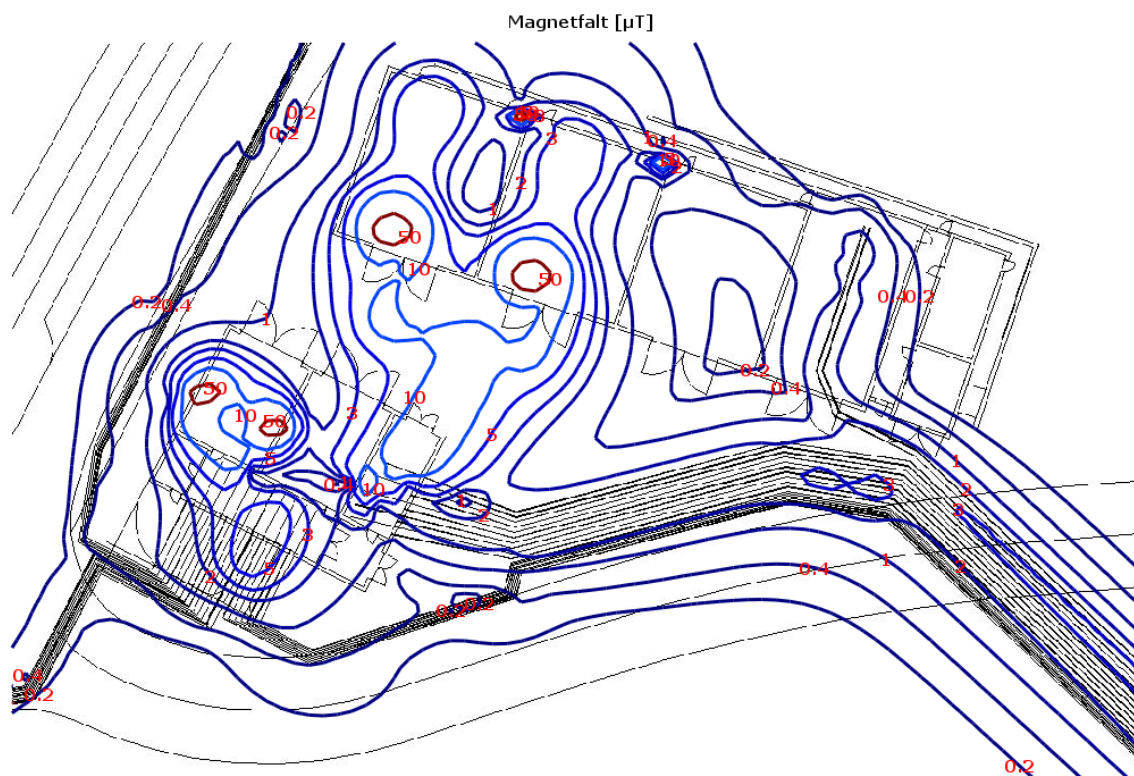
Däremot så kan man ur Figur 6 ovan sluta sig till att det finns möjlighet att minska magnetfältet över det stora kabelschaktet betydligt, om kablarna förläggs korrekt i förhållande till varandra. Den gula linjen i Figur 6 indikerar ett förläggningssätt där varje 220kV- och 30kV-kabelförband är vridet ett tredjedels varv i förhållande till sina två grannar. Av vikt är att rotationen av linjernas faser är i samma riktning (med/moturs).



Figur 7: Faskonfiguration hos samförlagda 220kV- och 30kV-kablar som minimerar magnetfältet över östligt kabelschakt.



## 5.2 Närområde - maximal last



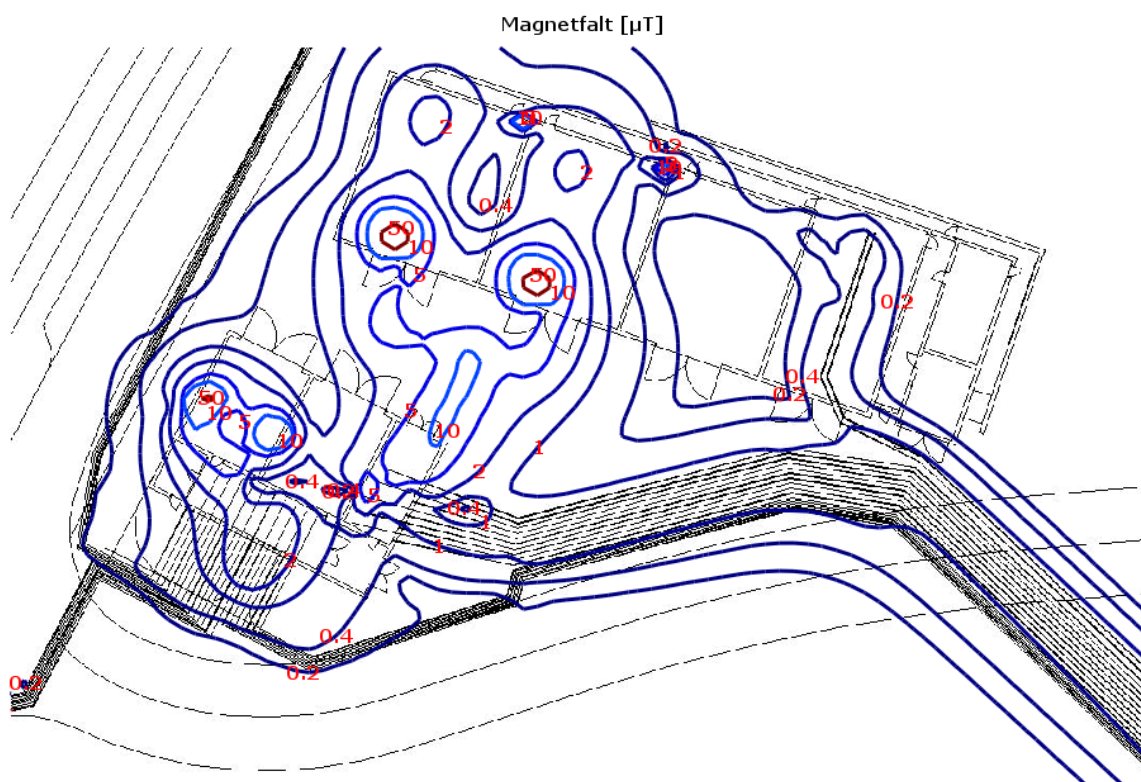
Figur 8: Magnetfält i stationens närområde, maximal last.

Som synes i Figur 8 ovan så avtar fältstyrkorna relativt snabbt. Den cykelbana/gångstråk som löper längs med stationens västra sida kan under maximala lastförhållanden uppvisa magnetfält på mellan 0,1-0,2  $\mu\text{T}$ .

Fältstyrkorna vid vägen strax söder om stationen kan i vissa områden uppgå till mellan 2-3 $\mu\text{T}$  alldeles invid och precis ovanför det stora kabelstråket österut (se Figur 4).

Lokalt inne i transformatorrummen kan fältstyrkorna *punktvis* vara väldigt *höga*, vilket kan förklaras med att transformatorförbanden här passerar genom rummet upp på transformatorerna. Det är således möjligt att ställa sig väldigt nära förbanden/ta på kablarna, och magnetfältet är då därefter. Dessutom så ökar fasavstånden vid anslutningen till transformatorn, varpå fältutsläckning till följd av fasskillnader blir mindre effektiv. Att befinna sig i detta rum stadigvarande hör dock inte till vanligheterna; utrymmet beivras ofta enbart längre tider under servicearbeten (ingen ström i förbanden).

5.3 50% av maxlast



Figur 9: Magnetfält i kraftstationens närområde, årsmedellast

Vid beräkning med lite mer normala lastivåer så blir situationen mer gynnsam, även om magnetfältet på vissa platser inne på stationsområdet kan vara tämligen högt.

## 6. Citerade verk

1. **Ellevio.** *Magnetfältberäkning markförlagda 220kV kabelförband mellan Skanstull och Jarlaberg.* Stockholm : u.n., 2017.
2. **Strålsäkerhetsmyndigheten.** *Magnetfält och hälsorisker.*
3. **Budnik, Krzysztof och Machczynski, Wojciech.** *Calculation in 3D of magnetic fields generated by underground cable of complex geometry.* 2015.