



# Elektromagnetisme

Fagnotat vedrørende elektrificering Aarhus - Lindholm

Elektrificering og opgradering Aarhus H - Lindholm

banedanmark



**Godkendt dato**

29-09-2016

**Godkendt af**

Henry Nissen Martensen

**Senest revideret dato**

08-08-2016

**Senest revideret af**

Magnus Bros Rasmussen

**banedanmark** Elektromagnetisme**Banedanmark**Anlægsudvikling  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø[www.bane.dk](http://www.bane.dk)

# Elektromagnetisme

<b>Indhold</b>	<b>Side</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>4</b>
<b>2 Ikke-teknisk resumé</b>	<b>5</b>
<b>3 Lovgrundlag</b>	<b>6</b>
<b>4 Baggrund og metode</b>	<b>7</b>
4.1 Baggrundsinformation om projektet	7
4.2 Magnetfelter	7
4.3 Sundhedspåvirkning og forsigtighedsprincippet	12
4.4 Metode	13
<b>5 0-alternativet</b>	<b>15</b>
<b>6 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen</b>	<b>15</b>
<b>7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen</b>	<b>17</b>
7.1 Miljøpåvirkning i driftsfasen	17
7.2 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	18
7.2.1 Anvendelse af autotransformatorer	<b>Fejl! Bogmærke er ikke defineret.</b>
7.2.2 Ændringer af køreledningsanlæg og kabelføringer	18
7.2.3 Tilbud om ekspropriation	18
<b>8 Kumulative effekter</b>	<b>19</b>
<b>9 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne</b>	<b>20</b>
<b>10 Referencer</b>	<b>21</b>
<b>11 Bilag</b>	<b>22</b>

# 1 Indledning

Som led i et større elektrificeringsprogram for det danske jernbanenet er det besluttet at elektrificere strækningen Aarhus - Lindholm nord for Aalborg.

Elektrificeringen af størstedelen af det statslige jernbanenet vil medvirke til at skabe rammerne for en mere moderne jernbane med en effektiv og miljøvenlig jernbanedrift samt en mere pålidelig og attraktiv togbetjening. Elektrificeringen af Aarhus - Lindholm bidrager til et sammenhængende elektrificeret jernbanenet, der kan betjenes med moderne eldrevne tog til gavn for miljø og klima.

Elektrificering af strækningen Aarhus - Lindholm indebærer, at der skal etableres kørestrømsanlæg på den ca. 145 km lange dobbeltsporede banestrækning. Det betyder, at der skal opsættes master langs jernbanen, og at banen skal udstyres med kørestrømsledninger over sporene. For at gøre plads til kørestrømsledningerne er det nødvendigt at have en vis frihøjde under broerne, hvilket betyder at en række broer skal ændres.

Fagnotatet beskriver den elektromagnetiske påvirkning i hhv. anlægsfasen og når elektrificering af strækningen mellem Aarhus H og Lindholm er gennemført. Dette sammenholdes med 0-alternativet som beskriver situationen i 2030, hvis projektet ikke gennemføres. Derudover beskrives de afværgeforanstaltninger, der skal iværksættes i forbindelse med elektrificering af strækningen Aarhus H - Lindholm.

Fagnotatet vil sammen med en række andre fagnotater indgå som baggrundsmateriale til en samlet VVM-redegørelse for elektrificering og opgradering af strækningen Aarhus H - Lindholm. VVM-redegørelsen har til formål at skabe et overblik over projekternes konsekvenser for miljøet.

## 2 Ikke-teknisk resumé

Kørestrømsanlægget, som benyttes ved elektrificering af strækningen Aarhus-Lindholm drives af vekselstrøm. Magnetfelter fra vekselstrøm har været mistænkt for at kunne påvirke sundheden, men en lang række undersøgelser har hverken be- eller afkræftet, om denne mistanke er begrundet. Sundhedsstyrelsen anbefaler imidlertid et forsigtighedsprincip på  $0,4 \mu\text{T}$  (Mikrotesla) som årsmiddelværdi på steder, hvor magnetfelter kan påvirke mennesker.

Der er udført en simulering af magnetfeltets styrke ud fra forventet udformning af køreledningsanlægget samt den forventede fremtidige trafikintensitet på banen. Magnetfeltet beregnes ved simulering, fordi feltets udbredelse er afhængig af trafikintensitet, hvor togene accelerer, afstand til fordelingsstationer og transformatorer samt andre forhold. Magnetfeltets udbredelse er derfor ikke ens langs hele strækningen, men varierer langs strækningen.

På baggrund af simuleringerne er der langs banen identificeret 37 ejendomme, hvor det potentielt kan forekomme, at eksponeringen fra banens magnetfelt vil være større end  $0,4 \mu\text{T}$  som årsmiddelværdi, hvis ikke der indføres afværgeforanstaltninger. Identifikationen er foretaget ud fra ejendommens afstand til banen og den simulerede udbredelse af magnetfeltet på det pågældende sted. Udelukkende ejendomme anvendt til boligformål er medtaget.

De identificerede ejendomme er udtryk for en worst case-betragtning af simuleringerne. Derfor kan det forventes, at flere af de identificerede ejendomme vil vise sig ikke at være i risikozonen, når den endelige magnetfeltberegning er foretaget.

### **Afværgeforanstaltninger**

Når den endelige beregning foreligger skal det vurderes, om der er behov for afværgetiltag for de ejendomme, som er i risikozonen, og i så fald hvad der er teknisk og økonomisk muligt.

Lokale ændringer af køreledningsophæng og ledernes indbyrdes placering vil have en effekt på magnetfeltets udbredelse fra banen det pågældende sted.

Hvis disse afværgeforanstaltninger viser sig uhensigtsmæssige af tekniske, økonomiske eller miljømæssige årsager, kan Banedanmark tilbyde ejeren, at en påvirket ejendom eksproprieres. Proces, prisfastsættelse mv. vil ske i samarbejde med Kommissarius for Statens ekspropriationer. Inden det kommer til en ekspropriation, vil det dog blive overvejet, om ejendommen eventuelt kan ændres, så den påvirkede del af ejendommen ikke længere anvendes til bolig.

# 3 Lovgrundlag

Elektromagnetisk påvirkning fra elektriske jernbaner er ikke reguleret ved lov i Danmark. Påvirkningen fra magnetfelter reguleres på grundlag af anbefalinger fra WHO og Sundhedsstyrelsen, der er baseret på forsigtighedsprincippet, og vejledning fra Magnetfeltudvalget /1/.

# 4 Baggrund og metode

## 4.1 Baggrundsinformation om projektet

---

Elektrificeringen indebærer, at der skal opsættes køreledningsanlæg og tekniske bygninger, herunder fordelingsstationer og autotransformerstationer, som forsyner togene med strøm, på hele den ca. 145 km lange strækning.

For at kunne etablere køreledningerne og gøre plads til den strømaftager, der er monteret på togene, kræves en vis frihøjde under broer. Ikke alle de eksisterende broer overholder kravet til frihøjde. Derfor skal 54 broer ændres, så der bliver plads til kørestrømsanlægget. Dette sker enten ved at hæve de eksisterende broer, rive broerne ned og etablere nye broer, sænke jernbanesporene eller at flytte jernbanesporene samt sporskifter. En del broer nedlægges permanent og erstattes ikke.

Yderligere planlægges der fem steder på strækningen anlæg af nye sti- eller vejbroer.

Broændringerne betyder, at tilstødende veje muligvis ændres og at dæmninger udvides. Banedanmarks grundløsning i forbindelse med vejombygning er som udgangspunkt en erstatning magen til den eksisterende løsning, men hvor vej anlægget bringes op til nutidig vejstandard.

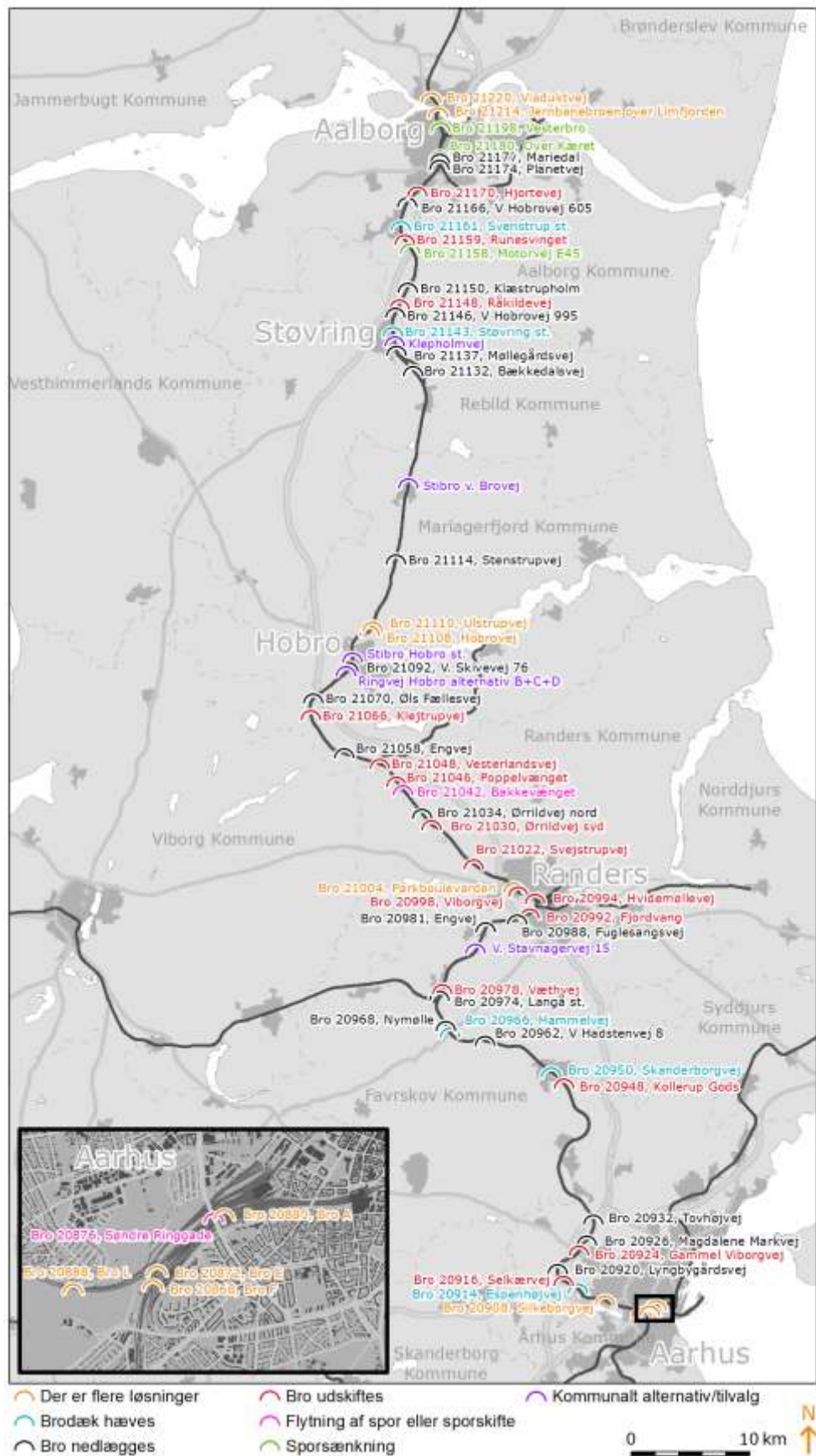
I forbindelse med projektet, vil de tilgrænsende arealer blive pålagt restriktioner i form af en eldriftsservitut. Eldriftsservitutens minimumsafstande er henholdsvis 10 m, 14 m og 19 m (målt fra spormidte). Eldriftsservitutten vil bl.a. betyde, at bevoksning langs banen beskæres op til 10 meter fra spormidte. Endvidere vil beplantning hos lodsejere som er uforenelig med eldriftsservitutten skulle beskæres eller fældes.

Ændringen af broerne langs strækningen medfører, at der midlertidigt må inddrages områder omkring banen til arbejdsarealer i anlægsfasen. Det kan også blive nødvendigt med permanente ekspropriationer.

Nedenfor findes en overordnet beskrivelse af projektet. For en mere detaljeret gennemgang af anlægget henvises til fagnotat om anlægsbeskrivelsen.

### 4.1.1 Eksisterende broer

Nedenfor er listet de broer, der berøres i forbindelse med elektrificeringen, og hvilke løsninger, der er undersøgt fordelt på de respektive kommuner. For en række broer er der undersøgt flere løsninger, og der træffes først senere afgørelse om den endelige løsning for disse (se figur 1).



**Figur 1:** Oversigt over broændringer, sporsænkninger og kommunale alternativer i forbindelse med elektrificering af Aarhus-Lindholm.



#### 4.1.1.1 Aarhus Kommune

I Aarhus Kommune ændres 12 broer som følge af elektrificeringen.

Km	Bro nr.	Vejnavn/sted	Undersøgte løsninger
106+485	20868	Baneterræn, Bro F	Brohævning, Nye broer
106+580	20872	Baneterræn, Bro E	samme sted, Sporsænkning
107+220	20876	Søndre Ringgade	Sideflytning af spor
107+320	20880	Baneterræn, Bro A	Brohævning, Ny bro samme sted
111+150	20888	Baneterræn, Bro L	Brohævning, Ny bro samme sted, Sporsænkning
114+390	20908	Silkeborgvej	Ny bro samme sted, Sporsænkning
117+070	20914	Espenhøjvej	Brohævning
118+040	20916	Selkærvej	Ny bro samme sted
119+670	20920	Lyngbygårdsvej	Nedlæggelse
122+180	20924	Gl. Viborgvej	Ny bro samme sted
123+280	20926	Magdalene Markvej	Nedlæggelse
125+210	20932	Tovhøjvej	Nedlæggelse

#### 4.1.1.2 Favrskov Kommune

I Favrskov Kommune ændres fem broer som følge af elektrificeringen.

Km	Bro nr.	Vejnavn/sted	Undersøgte løsninger
139+710	20948	Kollerup Gods	Ny stibro
141+170	20950	Skanderborgvej	Brohævning
147+650	20962	V. Hadstenvej 8	Nedlæggelse
150+890	20966	Hammelvej	Brohævning
151+340	20968	Nymølle	Nedlæggelse

#### 4.1.1.3 Randers Kommune

I Randers Kommune ændres 13 broer som følge af elektrificeringen.

Km	Bro nr.	Vejnavn/sted	Undersøgte løsninger
154+340	20974	Gangbro Langå St.	Nedlæggelse
154+840	20978	Væthvej	Ny bro samme sted
161+590	20981	Engvej	Nedlæggelse
164+440	20988	Fuglsangsvej	Nedlæggelse
165+620	20992	Fjordvang	Ny bro nyt sted
167+130	20994	Hvidemøllevej	Ny bro nyt sted
168+680	20998	Viborgvej	Ny bro nyt sted
169+230	21004	Parkboulevarden	Ny bro samme sted, Sporsænkning
173+170	21022	Svejstrupvej	Ny bro samme sted
178+150	21030	Ørrildvej Syd	Ny bro samme sted
179+380	21034	Ørrildvej Nord	Nedlæggelse

<b>Km</b>	<b>Bro nr.</b>	<b>Vejnavn/sted</b>	<b>Undersøgte løsninger</b>
181+960	21042	Bakkevænget	Flytning af sporskifte
182+830	21046	Poppelvænget	Ny bro samme sted

#### **4.1.1.4 Mariagerfjord Kommune**

I Mariagerfjord Kommune ændres otte broer som følge af elektrificeringen.

<b>Km</b>	<b>Bro nr.</b>	<b>Vejnavn/sted</b>	<b>Undersøgte løsninger</b>
184+990	21048	Vesterlandsvej	Ny bro samme sted
188+120	21058	Engvej	Nedlæggelse
192+610	21066	Klejtrupvej	Ny bro samme sted
194+140	21070	Væggedalen	Nedlæggelse
198+190	21092	V. Skivevej 76	Nedlæggelse
202+160	21108	Hobrovej	Brohævning, Ny bro samme sted
202+570	21110	Ulstrupvej	Sporsænkning, Nedlæggelse
208+670	21114	Stenstrupvej	Nedlæggelse

#### **4.1.1.5 Rebild Kommune**

I Rebild Kommune ændres tre broer som følge af elektrificeringen.

<b>Km</b>	<b>Bro nr.</b>	<b>Vejnavn/sted</b>	<b>Undersøgte løsninger</b>
225+270	21132	Bækkedalsvej	Nedlæggelse
227+800	21137	Møllegårdsvej	Nedlæggelse
229+470	21143	Støvring St.	Brohævning

#### **4.1.1.6 Aalborg Kommune**

I Aalborg Kommune ændres 13 broer som følge af elektrificeringen.

<b>Km</b>	<b>Bro nr.</b>	<b>Vejnavn</b>	<b>Undersøgte løsninger</b>
231+090	21146	V. Hobrovej 995	Nedlæggelse
231+910	21148	Råkildevej	Ny bro samme sted
233+450	21150	Klæstrupholm	Nedlæggelse
237+100	21158	Motorvej E45	Sporsænkning
238+000	21159	Runesvinget	Ny stibro
239+210	21161	Svenstrup St.	Brohævning
241+330	21166	V. Hobrovej 605	Nedlæggelse
242+560	21170	Hjortevej	Ny stibro
245+510	21174	Planetvej	Nedlæggelse
246+020	21177	Mariedal	Nedlæggelse
246+160	21180	Over Kæret	Sporsænkning
248+810	21198	Vesterbro	Sporsænkning
251+730	21220	Viaduktvej	Ny bro samme sted, Sporsænkning

#### 4.1.2 Kommunale alternativer

I Randers, Rebild og Mariagerfjord kommuner har kommunalbestyrelserne foreslået anlæg af nedenstående alternative vej- og stibroer med kommunal medfinansiering i forbindelse med elektrificering af strækningen Aarhus-Lindholm.

Km	Kommune	Vejnavn/sted	Beskrivelse
159+400	Randers	V. Stavnagervej 15	Ny stibro som erstatning for overkørsel 333
197+700	Mariagerfjord	Ringvej, Hobro	Ny bro (tre varianter B, C og D)
198+900	Mariagerfjord	Stibro Hobro st.	Ny stibro
215+050	Mariagerfjord	Stibrovej v. Brovej	Ny stibro
228+500	Rebild	Klepholmvej	Ny bro

#### 4.1.3 Fordelingsstationer og transformerstationer

Til forsyning af det nye køreledningsanlæg etableres der fordelingsstationer og autotransformere. For både fordelingsstationer samt autotransformere etableres der en adgangsvej fra det eksisterende offentlige vejnet til bygningerne, der har en størrelse på ca. 6x12x4m. Placeringen fremgår af figur 2.



**Figur 2:** Fordelingsstationer og autotransformerstationer på strækningen Aarhus-Lindholm.

## 4.2 Magnetfelter

---

Det elektromagnetiske felt skabes af strømme i køreledningsanlægget. Strømmene i køreledningsanlægget skabes af de tog, der har brug for elektrisk energi til acceleration, overvindelse af friktion og luftmodstand, køre op af bakke og til serviceforanstaltninger ombord på toget, så som lys, døråbning, varme/køling, højttalerudkald mv.

Enhver leder, hvori der løber en strøm, vil danne et omgivende magnetfelt. Størrelsen af magnetfeltet er afhængig af strømmens størrelse og afstanden fra lederen. I et kørestrømsanlæg er der to ledere - en køreledning og en returleder. To ledere, hvori der løber strøm, vil påvirke hinanden med en kraft, der er afhængig af afstanden mellem lederne og strømmens størrelse og retning. To ledere med modsat strømretning, placeret tæt sammen, kan derfor delvist ophæve hinandens magnetfelt. Afstanden mellem køreledning og returleder er derfor vigtig.

Virkingen af magnetfelter måles i mikrotesla ( $\mu\text{T}$ ), der er et udtryk for den magnetiske induktion.

Kørestrømsanlægget som Banedanmark opsætter på kommende elektrificeringer af fjernbaner i Danmark drives med 50 Hz vekselstrøm og en spænding på 25 kV.

## 4.3 Sundhedspåvirkning og forsigtighedsprincippet

---

Magnetfelter fra vekselstrøm har været mistænkt for at medføre en risiko for børneleukæmi, på baggrund af undersøgelser af sammenhængen mellem bopæl tæt på magnetfelter og forekomst af børneleukæmi /2/. Der er siden udført en lang række forsøg, der dog ikke har kunnet hverken be- eller afkræfte en biologisk sammenhæng /2/. Derfor anbefaler WHO og Sundhedsstyrelsen anvendelse af et forsigtighedsprincip /1/ og /4/.

Verdenssundhedsorganisationen (WHO) anbefaler brug af et forsigtighedsprincip ved mulige langtidsvirkninger af magnetfelter. Det gælder især for vurderinger af børneleukæmi, idet der fortsat er væsentlig usikkerhed om årsagen. En mulig påvirkning bør undgås, i et omfang der står i et rimeligt forhold til de gavnlige effekter ved elforsyning. WHO's anbefalinger blev senest revideret i 2007 /5/.

Sundhedsstyrelsen anbefaler også forsigtighedsprincippet, der er formuleret som /1/:

- Nye boliger og institutioner, hvor børn opholder sig, bør ikke opføres tæt på eksisterende højspændingsanlæg.

- Nye højspændingsanlæg bør ikke opføres tæt på eksisterende boliger og børneinstitutioner.
- Begrebet "tæt på" kan ikke defineres nærmere, men må afgøres i den konkrete situation ud fra en vurdering af den konkrete eksponering.
- Børneinstitutioner omfatter også skoler

Magnetfeltudvalget og Kommunernes Landsforening har i deres fælles vejledning anbefalet en grænse for den gennemsnitlige magnetfeltpåvirkning over året på  $0,4 \mu\text{T}$  (mikro Tesla), og at påvirkninger fra magnetfelter over denne grænse bør udredes nærmere /1/. Når der i den følgende tekst refereres til denne værdi, er det underforstået, at det er en årsmiddelværdi.

$0,4 \mu\text{T}$  er ikke en egentlig tærskel- eller grænseværdi. Såfremt værdien overskrides på en lokalitet, som kan være problematisk bør planmyndigheden overveje alternative placeringer af kilden til magnetfeltpåvirkningen og/eller afværgeforanstaltninger ud fra forsigtighedsprincippet.

Den internationale kommission for beskyttelse mod ikke-ioniserende stråling (ICNIRP International Commission on Non-Ionising Radiation Protection) anbefaler vejledende grænseværdier, men er ikke en myndighed. ICNIRP reviderede deres anbefalinger i 2010 i forhold til beskyttelse af arbejdstagere og befolkningen i almindelighed mod kendte akutte virkninger af magnetfelter. De anbefalede grænseværdier i det offentlige rum er på  $200 \mu\text{T}$  og  $1.000 \mu\text{T}$  på arbejdspladser /6/.

## 4.4 Metode

---

Formålet med fagnotatet er at beskrive hvorvidt det forventede magnetfelt langs strækningen overskrider forsigtighedsprincippet på  $0,4 \mu\text{T}$  som årsmiddelværdi, steder hvor dette kan påvirke mennesker.

Der er udført en simulering af magnetfeltets styrke ud fra forventet udformning af køreledningsanlægget samt den forventede fremtidige trafikintensitet på banen inkl. evt. kommende hastighedsopgradering mv. På baggrund af denne simulering er identificeret en række ejendomme, der kan være i risiko for påvirkning af et magnetfelt over dette forsigtighedsprincip.

Magnetfeltet beregnes ved simulering idet feltets udbredelse er afhængig af trafikintensitet, hvor togene accelerer, afstand til fordelingsstationer og transformatorer, samt andre forhold. Magnetfeltets udbredelse er derfor ikke ens langs hele strækningen, men varierer langs strækningen.

På baggrund af simuleringerne er der langs banen identificeret et antal ejendomme og bebyggelser, hvor det potentielt kan forekomme at eksponeringen fra banens magnetfelt vil være større end  $0,4 \mu\text{T}$  som årsmiddelværdi, såfremt der ikke indføres afværgeforanstaltninger. Identifikationen er foretaget ud fra ejendommenes afstand til banen og den simulerede udbredelse af magnetfeltet på det pågældende sted.

De identificerede ejendomme er udtryk for en worst-case-betragtning af simuleringerne, hvorfor det kan forventes, at flere af de identificerede ejendomme vil vise sig ikke at være i risikozonen ved en nærmere beregning senere.

Da forsigtighedsprincippet  $0,4 \mu\text{T}$  er et udtryk for årsmiddelværdi, er der udelukkende identificeret ejendom anvendt til beboelse, som ligger indenfor en vis magnetfeltudbredelse. Det skønnes konservativt at mennesker opholder sig op til 24 timer i døgnet i deres bolig, mens erhvervsarealer udelukkende er befolket i 40 timer om ugen. Ejendomme anvendt erhverv, garage, opmagasinering mv. samt alle udendørsarealer er således ikke medtaget.

Ved en senere detaljeret beregning af de lokale forhold vil magnetfeltet omkring de identificerede ejendomme blive opgjort. Hvorefter afværgeforanstaltninger vil blive undersøgt for de tilbageværende ejendomme.

Forklaring af simuleringsforudsætninger og metoden finde i bilag 1 (på engelsk).

## 5 0-alternativet

0-alternativet er situationen i 2030, hvor elektrificering ikke udføres. Der udføres heller ikke hastighedsopgradering af jernbanen på strækningen Aarhus-Hobro. Naboprojekter (Hastighedsopgradering Hobro-Aalborg, elektrificering og kapacitetsudvidelse af Aarhus H, projekter syd for Aarhus m.fl.) udføres fortsat.

Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme som i projektalternativet (samme antal tog og samme toglængder). Togtrafikken drives i 0-alternativet udelukkende af diesel og ikke af en kombination af el og diesel. Samtidig køres trafikken med banens nuværende tilladte hastigheder mellem Aarhus og Hobro (uden hastighedsopgraderinger) og ad banens nuværende linjeføring (uden kurveudretninger).

## 6 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen

Det elektromagnetiske felt bliver først dannet, når der er strøm på køreledningssystemet. Der er derfor ingen elektromagnetisk påvirkning i anlægsfasen.



# 7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen

## 7.1 Miljøpåvirkning i driftsfasen

---

På baggrund af simuleringerne er der langs banen identificeret et antal ejendomme og bebyggelser, hvor det potentielt kan forekomme, at eksponeringen fra banens magnetfelt vil være større end  $0,4 \mu\text{T}$ , såfremt der ikke indføres afværgeforanstaltninger. Identifikationen er foretaget ud fra ejendommenes afstand til banen og den simulerede udbredelse af magnetfeltet på det pågældende sted.

Der er identificeret 37 ejendomme med boligformål eller evt. boligformål, hvor magnetfeltet potentielt kan overstige Sundhedsstyrelsens forsigtighedsprincip (Tabel 1).

Den største koncentration af bebyggelse udsat for magnetfelter større end  $0,4 \mu\text{T}$  ligger omkring banen mellem Aarhus H og Hadsten.

**Tabel 1** Antal af ejendomme hvor magnetfeltet potentielt kan overstige forsigtighedsprincippet

Strækning/By	Antal ejendomme
Aarhus-Hadsten	13
Hadsten-Randers	3
Randers-Skørping	3
Skørping	4
Skørping-Aalborg	3
Aalborg	9
Lindholm	2

Senere vil der blive foretaget mere detaljerede beregninger. Når den endelige magnetfeltberegning er foretaget, vil visse af de identificerede ejendomme sandsynligvis blive erklæret udenfor risiko. Herefter skal det vurderes, om der er behov for afværgetiltag, og i så fald hvad der er teknisk og økonomisk muligt.

Udskiftningen af broer og lukningen af broer på strækningen har ikke betydning for størrelsen af den elektromagnetiske påvirkning.

## **7.2 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen**

---

Magnetfeltets størrelse omkring banen kan nedbringes ved forskellige metoder herunder ændringer af køreledningsanlæggets ophængning og opbygning.

En eller flere afværgeforanstaltninger vil blive anvendt de steder, hvor dette viser sig nødvendigt for at nedbringe magnetfeltets styrke langs en bolig. Nedenfor gennemgås de mulige afværgeforanstaltninger.

### **7.2.1 Ændringer af køreledningsanlæg og kabelføringer**

Placering af returlederen så tæt som muligt på køreledningen giver et mindre magnetfelt, da strømmen er modsatrettet og af næsten samme størrelse. Lokale ændringer af køreledningsophænger, vil derfor kunne have en, dog mindre, effekt på magnetfeltets udbredelse fra banen.

### **7.2.2 Tilbud om ekspropriation**

Hvis ovennævnte afværgeforanstaltninger viser sig u hensigtsmæssige af tekniske, økonomiske eller miljømæssige årsager, kan Banedanmark tilbyde ejer af en påvirket ejendom ekspropriation. Proces, prisfastsættelse mv. vil hermed ske i samarbejde med Kommissarius for Statens ekspropriationer – se evt. fagnotat om "Arealforhold". Inden da vil det dog blive overvejet om en mulig modifikation af ejendommen er en mulighed, således at den påvirkede del af ejendommen ikke længere anvendes til bolig.

## 8 Kumulative effekter

I forbindelse med et specifikt anlægsprojekt kan nogle påvirkninger vurderes at være mindre væsentlige, men hvis der foregår lignende påvirkninger på andre nærliggende projekter, kan de måske tilsammen skabe en væsentlig miljøpåvirkning, den såkaldte kumulative effekt.

Ved krydsning af eksisterende højspændingsledninger kan det samlede magnetfelt være større, da højspændingsledningen også har et magnetfelt.

16 steder på strækningen krydser én eller flere luftbårne højspændingsledninger jernbanen. Det vurderes ikke, at der ved nogen af disse krydsninger er beliggende boliger, der vil blive påvirket udover det anbefalede forsigtighedsprincip som følge af kumulative effekter fra begge anlæg.

Der er ikke kendskab til kommende projekter langs banen, der kan medføre et øget magnetfelt.

## 9 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne

Under simuleringerne af magnetfelternes størrelse er der anvendt visse forudsætninger, der medfører en usikkerhed for beregningsresultaterne. De endelige opspændingsplaner samt endelig geometrisk udformning af kørestrømsophæng kan have indflydelse på beregningerne. Ligeledes kan den endelige fremtidige køreplan og trafikintensitet har indflydelse på beregningerne.

# 10 Referencer

/1/ Vejledning. Forvaltning af forsigtighedsprincippet ved miljøscreening, planlægning og byggesagsbehandling. Elbranchens Magnetfeltudvalg og KL. 3. udgave april 2013.

/2/ Magnetfelter fra højspændingsanlæg – Viden om virkninger på mennesker, februar 2010. Teknisk baggrundsnotat udarbejdet for Energinet.dk.

/3/ Katalog Bilag til /1/: Magnetfelternes størrelse ved forskellige typer højspændingsanlæg.. Elbranchens Magnetfeltudvalg og KL. 3. udgave april 2013.

/4/ WHO Fact Sheet.

<http://www.who.int/pehemf/publications/facts/fs322/en/index.html>

/5/ WHO Environmental Health Criteria No. 238

/6/ ICNIRP Fact Sheet On the guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz-100 kHz).

<http://www.icnirp.org/documents/FactSheetLF.pdf>

# 11 Bilag

## Bilag 1

"50 hz magnetic field exposure levels for Aarhus H – Lindholm, 2nd configuration", Banedanmark