



Elektromagnetisme

Fagnotat vedrørende elektrificering Fredericia - Aarhus

Elektrificering og opgradering Fredericia-Aarhus

banedanmark



Godkendt dato

05-05-2017

Godkendt af

MBRA

Senest revideret dato

05-05-2017

Senest revideret af

MDS

banedanmark Elektromagnetisme**Banedanmark**Anlægsudvikling
Amerika Plads 15
2100 København Øwww.bane.dk

Elektromagnetisme

Indhold		Side
1	Indledning	4
1.1	Indledning	4
1.2	Baggrundsinformation om projektet	6
1.2.1	Elektrificering	6
1.2.2	Hastighedsopgradering	11
2	Ikke-teknisk resumé	18
3	Lovgrundlag	19
4	Baggrund og metode	20
4.1	Magnetfelter	20
4.2	Sundhedspåvirkning og forsigtighedsprincippet	20
4.3	Metode	21
5	0-alternativet	23
6	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen	24
7	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen	25
7.1	Miljøpåvirkning i driftsfasen	25
7.2	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	26
7.2.1	Ændringer af køreledningsanlæg og kabelføringer	26
7.2.2	Tilbud om ekspropriation	26
8	Kumulative effekter	27
9	Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne	28
10	Referencer	29
11	Bilag	30

1 Indledning

1.1 Indledning

Som led i et større elektrificeringsprogram for det danske jernbanenet er det besluttet at undersøge muligheden for elektrificering af strækningen Fredericia-Aarhus (*Figur 1*). 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 strækningen Fredericia-Aarhus bidrager til et sammenhængende elektrificeret jernbanenet, der kan betjenes med moderne eldrevne tog til gavn for miljø og klima.

Det er politisk besluttet at undersøge mulighederne for at nedsætte rejsetiden mellem København og Aalborg. Banedanmark undersøger i den forbindelse mulighederne for en hastighedsopgradering på dele af strækningen Fredericia-Aarhus (*Figur 1*). Hastighedsopgraderingen af jernbanen vil medvirke til at skabe rammerne for en mere moderne jernbane med en effektiv og hurtigere jernbanedrift, og dermed gøre det mere attraktivt at rejse med tog.

Dette fagnotat beskriver påvirkningerne på miljøet for så vidt angår emissioner i henholdsvis anlægsfasen og når elektrificeringen og/eller hastighedsopgraderingen af strækningen mellem Fredericia og Aarhus er gennemført. Dette sammenholdes med 0-alternativet, som beskriver situationen i 2030, hvis projekterne ikke gennemføres. Derudover beskrives de afværgeforanstaltninger, der skal iværksættes for at mindske eventuelle miljøpåvirkninger.

Dette fagnotat vil sammen med en række andre miljøfagnotater indgå som baggrundsmateriale til en samlet VVM-redegørelse for elektrificering og hastighedsopgradering af strækningen Fredericia-Aarhus. VVM-redegørelsen har til formål at skabe et overblik over projekternes konsekvenser for miljøet.



Figur 1: Oversigtskort over strækninger med elektrificering og hastighedsopgradering.

1.2 Baggrundsinformation om projektet

1.2.1 Elektrificering

I forbindelse med elektrificeringen skal der opstilles køreledningsmaster langs sporene på hele den ca. 100 km lange strækning. Masterne er cirka otte meter høje og placeres på hver side af jernbanesporene. Masterne placeres med en afstand på mellem 60 og 90 meter dog ofte tættere i kurver. På masterne monteres strømførende ledninger, hvorfra togene kan nedtage strømmen. På stationsområder kan anvendes rammer eller galger i stedet for master.

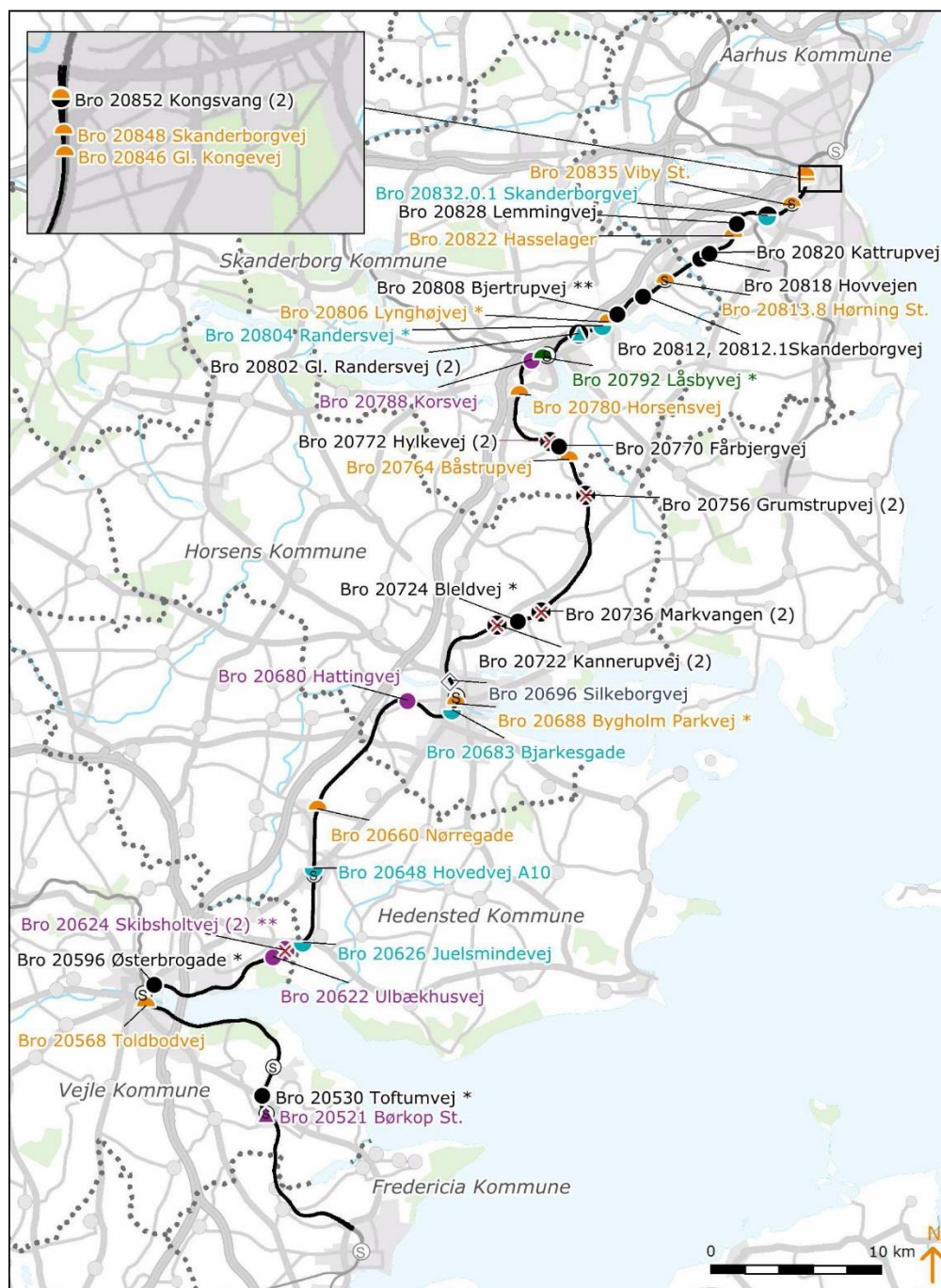
Elektrificering af banestrækningen begynder lidt nord for Fredericia Station (km 1,7) og frem til Marselis Boulevard i Aarhus (km 106,1). Strækningen herfra og helt ind til Aarhus H er behandlet i tidligere VVM Aarhus-Lindholm **Error! Reference source not found..**

I forbindelse med projektet, vil de tilgrænsende arealer blive pålagt restriktioner i form af en eldriftsservitut **Error! Reference source not found..** Eldriftsservitutens minimumsafstande er henholdsvis 10, 14 og 19 meter (målt fra nærmeste spormidte). Eldriftsservituten vil bl.a. betyde, at bevoksning langs banen beskæres op til 10 meter fra spormidte.

1.2.1.1 Broer

For at kunne etablere køreledningerne og gøre plads til den strømaftager, der er monteret på togene, kræves en vis frihøjde under broer og andre konstruktioner. Ikke alle de eksisterende broer overholder kravet til frihøjde, og derfor skal der ske ændringer 39 broer på strækningen. For hver af de 39 broer findes en eller to alternative grundløsninger foreslået af Banedanmark (*Figur 2*).

For syv af broerne har de respektive kommuner bedt Banedanmark om at undersøge enten en alternativ løsning for broen, eller et tilvalg til Banedanmarks grundløsning for broen. De kommunale løsninger kræver kommunal medfinansiering, og aftaler herom indgås i næste fase.



Figur 2: Oversigt over ændringer omkring broer ved elektrificeringen af Fredericia-Aarhus.

I Banedanmarks grundløsninger ændres 35 af de 39 broer, så der bliver plads til køreledningsanlægget. Dette sker enten ved at hæve brodækket, hæve broen, rive broen ned, opføre en ny bro, en mindre ombygning af broen eller ved at nedlægge broen. Syv af broerne har to alternative grundløsninger. Derudover skal sporet sænkes ved fem af de i alt 39 broer i Banedanmarks

grundløsning. En enkelt bro skal således både have udført broarbejde og sporsænkning for tilvejebringelsen af tilstrækkeligt fritrum.

Ændringen af broerne langs strækningen medfører, at der midlertidigt må inddrages områder omkring banen til arbejdsarealer i anlægsfasen. Det er også nødvendigt med permanente ekspropriationer. Anlægsarbejdet omkring broer medfører endvidere, at en række tilhørende vejanlæg tilpasses.

Nedenfor findes en overordnet oversigt over projektets grundløsninger. For en mere detaljeret gennemgang af projektet henvises til fagnotat Anlægsbeskrivelse Elektrificering **Error! Reference source not found..**

Vejle Kommune

I Vejle Kommune ændres seks broer, hvoraf én bro kan nedlægges permanent som følge af elektrificeringen (Tabel 1).

Tabel 1: Ændringer af broer i Vejle Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
11,9	20521	Børkop Station	Ny gangbro opføres et nyt sted
13,1	20530	Toftumvej	Ny vejbro opføres
25,0	20568	Toldbodvej	Brodækket hæves
26,8	20596	Østerbrogade	Ny vejbro opføres
34,8	20622	Ulbækhusvej	Ny vejbro opføres et nyt sted
35,6	20624	Skibsholtvej	Alternativ 1: Broen nedlægges Alternativ 2: Ny vejbro opføres et nyt sted

Hedensted Kommune

I Hedensted Kommune ændres én bro, og der sporsænkes under to broer som følge af elektrificeringen (Tabel 2). Ved Hovedvej A10 etableres desuden et større forsinkelsesbassin.

Tabel 2: Ændringer af broer i Hedensted Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
36,8	20626	Juelsmindevej	Sporet sænkes
41,4	20648	Hovedvej A10	Sporet sænkes
44,9	20660	Nørregade	Brodækket hæves

Horsens Kommune

I Horsens Kommune ændres otte broer, hvoraf tre broer kan nedlægges permanent, og der sporsænkes under én bro som følge af elektrificeringen (Tabel 3).

Tabel 3: Ændringer af broer i Horsens Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
53,7	20680	Hattingvej	Ny vejbro opføres et nyt sted
56,8	20683	Bjarkesgade	Sporet sænkes
57,2	20688	Bygholm Parkvej	Brodækket hæves
58,7	20696	Silkeborgvej	Ombygning af midterbjælke
63,4	20722	Kannerupvej	Alternativ 1: Broen nedlægges Alternativ 2: Ny vejbro opføres

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
64,7	20724	Bleldvej	Ny vejbro opføres
66,2	20736	Markvangen	Alternativ 1: Broen nedlægges Alternativ 2: Ny vejbro opføres
74,3	20756	Grumstrupvej	Alternativ 1: Broen nedlægges Alternativ 2: Ny vejbro opføres

Skanderborg Kommune

I Skanderborg Kommune ændres 13 broer, hvoraf én bro kan nedlægges permanent, og der sporsænkes under én bro som følge af elektrificeringen (Tabel 4).

Tabel 4: Ændringer af broer i Skanderborg Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
76,6	20764	Båstrupvej	Brodækket hæves
77,6	20770	Fårbjergvej	Ny vejbro opføres
78,3	20772	Hylkevej	Alternativ 1: Broen nedlægges Alternativ 2: Ny vejbro opføres
82,5	20780	Horsensvej	Brodækket hæves
84,8	20788	Korsvej	Ny vejbro opføres et nyt sted
85,5	20792	Låsbyvej	Broen hæves
88,2	20802	Gl. Randersvej	Alternativ 1: Ny stibro opføres Alternativ 2: Ny vejbro opføres
89,7	20804	Randersvej	Sporet sænkes
90,1	20806	Lynghøjvej	Brodækket hæves
90,8	20808	Bjertrupvej	Ny vejbro opføres
92,7	20812	Skanderborgvej	Ny vejbro opføres
92,7	20812.1	Skanderborgvej, sti	
94,2	20813.8	Hørning Station	Brodækket hæves

Aarhus Kommune

I Aarhus Kommune ændres ni broer, hvoraf der sporsænkes under én bro som følge af elektrificeringen (Tabel 5).

Tabel 5: Ændringer af broer i Aarhus Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
96,8	20818	Hovvejen	Ny vejbro opføres
97,4	20820	Kattrupvej	Ny vejbro opføres
99,3	20822	Hasselager	Brodækket hæves
100,1	20828	Lemmingvej	Ny vejbro opføres
102,2	20832.0.1	Skanderborgvej	Sporet sænkes, og der opføres delvist en ny vejbro
103,8	20835	Viby J Station	Brodækket hæves
105,5	20846	Gl. Kongevej	Brodækket hæves
105,6	20848	Skanderborgvej	Brodækket hæves
105,9	20852	Kongsvang	Alternativ 1: Ny sporfletningsbro opføres Alternativ 2: Nyt brodæk

1.2.1.2 **Kommunale alternativer og tilvalg**

Vejle, Horsens, Skanderborg og Aarhus kommuner har bedt Banedanmark undersøge en række alternative vej- og stibroer med kommunal medfinansiering (Tabel 6).

Tabel 6: Alternativer og tilvalg i Vejle, Horsens, Skanderborg og Aarhus kommuner.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Kommune	Beskrivelse
13,1	20530	Toftumvej	Vejle	Kommunalt alternativ 1: Ny jernbanebro nord for den eksisterende bro opføres Kommunalt alternativ 2: Ny vejbro syd for den eksisterende bro opføres
26,8	20596	Østerbrogade	Vejle	Kommunalt tilvalg 1: Breddeudvidelse af den nye bro Kommunalt tilvalg 2: Ny bro forberedt til breddeudvidelse
57,2	20688	Bygholm Parkvej	Horsens	Kommunalt tilvalg: Breddeudvidelse af vejdæmninger
64,7	20724	Bleldvej	Horsens	Kommunalt tilvalg: Breddeudvidelse med cykelbaner
85,5	20792	Låsbyvej	Skanderborg	Kommunalt tilvalg: Broen hæves med underført vej
89,7	20804	Randersvej	Skanderborg	Kommunalt alternativ: Ny bro med breddeudvidelse opføres
90,1	20806	Lynghøjvej	Skanderborg	Kommunalt tilvalg: Ny stibro opføres

Der pågår desuden dialog med henholdsvis Vejle og Skanderborg kommuner omkring opførelse af en stibro ved Skibsholtvej, bro 20624, og Bjertrupvej, bro 20808.

1.2.1.3 **Autotransformere og forsyningsstationer**

Til forsyning af køreledningsanlægget etableres der en forsyningsstation og fem autotransformere langs banen (Figur 3 og Tabel 7). For strækningen Fredericia-Aarhus modtager køreledningsanlægget strøm fra en forsyningsstation som via jordkabler har forbindelse med en eksisterende transformerstation beliggende vest for Hatting. For både forsyningsstation og autotransformere etableres der adgangsveje fra det offentlige vejnet til bygningerne.



Figur 3: Forsyningsstation og autotransformere på strækningen Fredericia-Aarhus.

Autotransformerne vil optage et areal på omkring 1.000 m², og forsyningsstationen vil optage et areal på omkring 3.000 m².

Tabel 7: Oversigt over autotransformere og forsyningsstation.

Km	Anlæg	Kommune	Lokalitet
14,5	Autotransformer	Vejle	Syd for Brejning
34,9	Autotransformer	Vejle	Øst for Vejle
50,8	Forsyningsstation	Horsens	Syd for Hatting
65,7	Autotransformer	Horsens	Syd for Tvingstrup
80,4	Autotransformer	Skanderborg	Syd for Jordbjerggaard plantage
96,9	Autotransformer	Aarhus	Syd for Kolt

1.2.2 Hastighedsopgradering

For at opnå en kortere rejsetid på strækningen mellem Fredericia og Aarhus er muligheden for at hastighedsopgradere dele af strækningen op til 250 km/t

blevet undersøgt. Det betyder, at banens over- og underopbygning (grus, skærver, sveller, skinner) skal ændres, kurver skal rettes ud og jernbanedæmninger skal udbygges og forstærkes. Flere sporbærende broer skal ændres og flere steder på strækningen skal veje, som løber parallelt med jernbanen, flyttes på grund af kurvedretninger og dæmningsudvidelser. Hastighedsforøgelsen vil endvidere medføre ændringer på fem stationer; Fredericia, Børkop, Brejning, Hedensted og Horsens stationer.

I det følgende findes en overordnet oversigt over projektet. For en mere detaljeret gennemgang af hastighedsopgraderingen henvises til fagnotatet Anlægsbeskrivelse Hastighedsopgradering **Error! Reference source not found..**

1.2.2.1 Udretninger af kurver

Fire steder på strækningen rettes kurver så meget ud, at sporene flyttes mere end to meter fra den nuværende placering (Figur 4 og Tabel 8).



Figur 4: Oversigtskort, som viser de fire strækninger, hvor sporene flyttes mere end to meter.

Tabel 8: Oversigt over lokaliteter, hvor sporet flyttes mellem to og ti meter.

Km	Anlæg	Kommune	Lokalitet
3,3-4,0	Sideflytning af sporene mod vest	Fredericia	Nord for Ydre Ringvej
11,6-12,8	Sideflytning af sporene mod vest	Vejle	Børkop Station

Km	Anlæg	Kommune	Lokalitet
14,6-15,2	Sideflytning af sporene mod øst	Vejle	Brejning Station
63,3-63,8	Sideflytning af sporene mod øst	Horsens	Mellem Hansted og Serridslev

1.2.2.2 Vejforlægninger

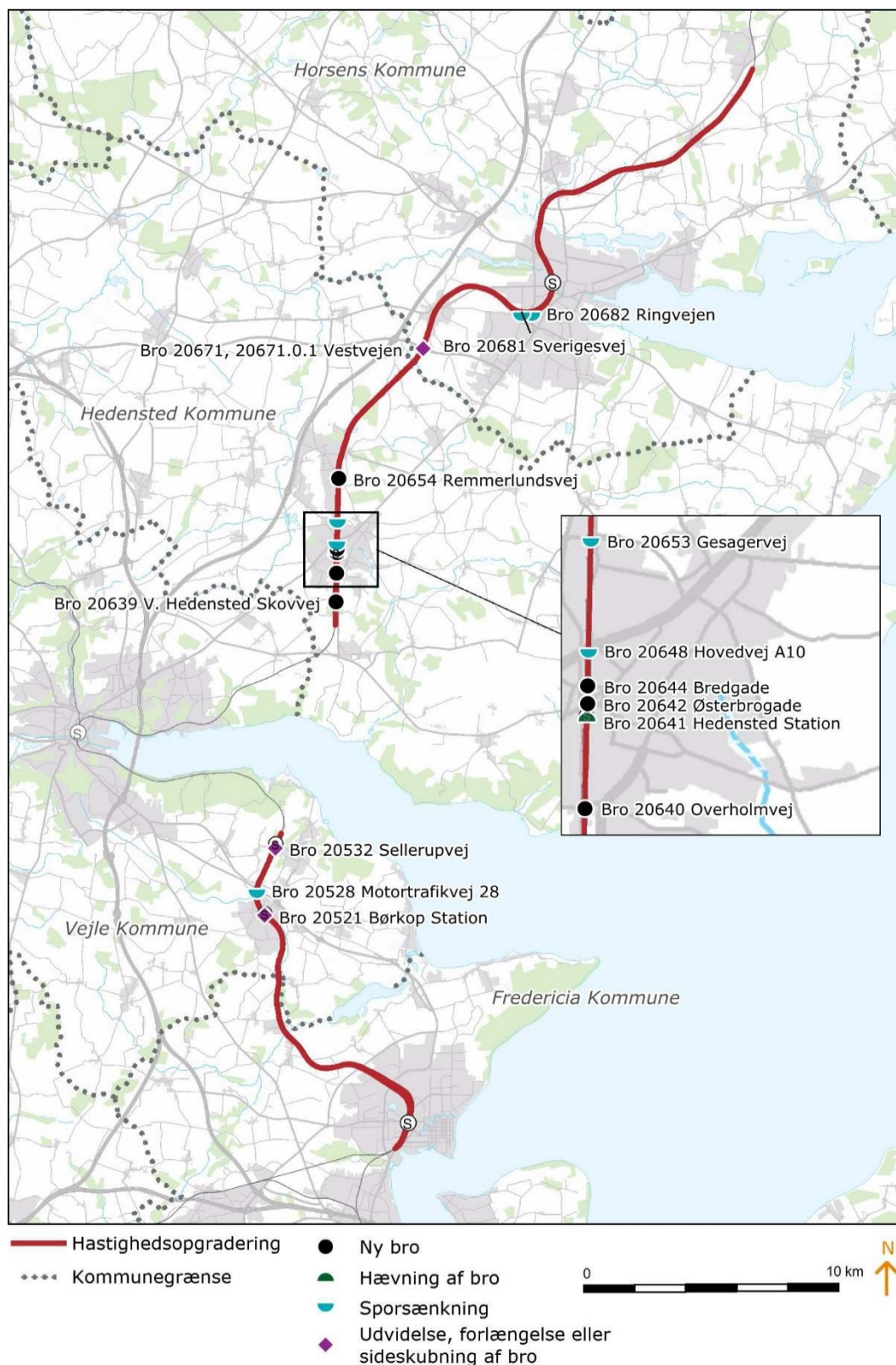
På grund af sideflytninger af spor og dæmningsudvidelse bliver det nødvendigt at sideflytte seks veje, som løber parallelt med jernbanen (Tabel 9).

Tabel 9: Oversigt over lokaliteter, hvor vejen forlægges mellem 2,5 og 6,0 m.

Km	Anlæg	Kommune	Lokalitet
11,4-11,6	230 m forlægning af servicevej 4,5 m mod vest (grusvej)	Vejle	Børkop By
12,3	30 m forlægning af cykel- og gangsti 2,5 m mod øst (asfaltsti)	Vejle	Børkop By
12,5	40 m forlægning af cykel- og gangsti 2,5 m mod øst (asfaltsti)	Vejle	Børkop By
14,9-15,0	108 m forlægning af servicevej 3,0 m mod vest (grusvej)	Vejle	Brejning By, Sellerup
41,5-41,9	400 m forlægning af Løsningvej 6,0 m mod øst (asfaltvej)	Hedensted	Hedensted By, Løsningvej
63,7-64,0	320 m forlægning af Kannerupvej 5,0 m mod syd (grusvej)	Horsens	Kannerupvej

1.2.2.3 Broer

For at kunne køre med en højere hastighed på strækningen, skal der ske ændringer på 38 broer. Det skyldes at sporene flyttes, og at der er øgede krav til fritrumsprofilet under vej- og stibroer samt bæreevnen for jernbanebroer. Samtidig er der skærpede krav til arbejdsmiljø på broer med høj hastighed. For hastighedsopgraderingen findes der ingen alternativer eller tilvalg, og der er således udelukkende en grundløsning.



Figur 5: Oversigtskort over broer hvor der skal ske større ændringer i forbindelse med hastighedsopgraderingen. Foruden broerne vist på kortet skal der for 23 broer ske mindre ændringer.

For 23 af broerne skal der kun ske mindre ændringer i form af etablering af beskyttelsesskinner og indspøringskonstruktioner (som holder toget på plads ved en afsporing), sammenstøbning af søjler, udstøbning af huller, montering

af rækværk, forhøjelse af fundamenter og kantbjælker samt forstærkning af endevægge. For de resterende 15 broer skal der ske større ændringer i form af udvidelse eller hævnning af eksisterende broer, opførelse af nye broer eller sporsænkninger (Figur 5).

Ændringen af broerne langs strækningen medfører, at der midlertidigt må inddrages områder omkring banen til arbejdsarealer i anlægsfasen. Det er også nødvendigt med permanente ekspropriationer. Anlægsarbejdet omkring broer medfører endvidere, at en række tilhørende vejanlæg tilpasses.

Nedenfor findes en overordnet oversigt over projektets grundløsninger. For en mere detaljeret gennemgang af anlægget henvises til fagnotat Anlægsbeskrivelse Hastighedsopgraderingen **Error! Reference source not found..**

Fredericia Kommune

I Fredericia Kommune sker der mindre ændringer ved otte broer på grund af hastighedsopgraderingen. Der sker ingen større ændringer ved broer.

Vejle Kommune

I Vejle Kommune sker der mindre ændringer ved to broer og større ændringer ved tre broer (Tabel 10).

Tabel 10: Større ændringer af broer i Vejle Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
11,9	20521	Børkop Station	Ny gangbro etableres i forbindelse med elektrificeringen, og broen forlænges i hastighedsopgraderingen
13,0	20528	Motortrafikvej 28	Sporet sænkes
14,8	20532	Sellerupvej	Broen udvides

Hedensted Kommune

I Hedensted Kommune sker der mindre ændringer ved to broer og større ændringer ved otte broer (Tabel 11).

Tabel 11: Større ændringer af broer i Hedensted Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
39,0	20639	V. Hedensted Skovvej	Ny bro opføres
40,1	20640	Overholmvej	Ny bro opføres
40,9	20641	Hedensted Station	Broen hæves
41,0	20642	Østerbrogade	Ny bro opføres
41,1	20644	Bredgade	Ny bro opføres
41,4	20648	Hovedvej A10	Sporet sænkes
42,3	20653	Gesagervej	Sporet sænkes
43,9	20654	Remmerlundsvej	Ny bro opføres

Horsens Kommune

I Horsens Kommune sker der mindre ændringer ved 11 broer og større ændringer ved fire broer (Tabel 12).

Tabel 12: Større ændringer af broer i Horsens Kommune.

Km	Bro nr.	Lokalitet	Undersøgt løsning
50,1	20671	Vestvejen, venstre spor	Fundamenter og bropiller udvides, og brodækket sideskubbes
50,1	20671.0.1	Vestvejen, højre spor	
55,6	20681	Sverigesvej	Sporet sænkes
56,1	20682	Ringvejen	Sporet sænkes og fundamenter forstærkes

1.2.2.4 Stationer

Hastighedsopgraderingen medfører endvidere, at flere stationen skal ombygges.

På Fredericia Station i Fredericia Kommune vil to af sporene blive ombygget, så hastigheden kan øges fra 100 til 120 km/t fremover. Perronerne ombygges ikke.

På Børkop Station i Vejle Kommune er der i dag tre spor. Ved at fjerne det midterste spor, ombygge de to andre spor og forlænge perronerne en halv perronlængde mod syd kan hastigheden øges fra 140 til 170 km/t.

På Brejning Station i Vejle Kommune vil det være nødvendigt at sideflytte sporene for at øge hastigheden fra 160 til 250 km/t. Sideflytning af sporene medfører, at perronerne også skal flyttes, så afstanden mellem spor og perron er korrekt. I praksis vil den maksimale hastighed gennem stationen kun være 230 km/t, fordi selve stationen ikke lever op til kravene for en hastighed på 250 km/t.

På Hedensted Station i Hedensted Kommune sideflyttes sporene, således at hastigheden i de gennemkørende spor øges fra 160 til 250 km/t. Ligesom for Brejning Station vil den maksimale hastighed i praksis kun være 230 km/t.

På Horsens Station i Horsens Kommune opgraderes de gennemkørende spor, og hastigheden vil forblive 120 km/t.

2 Ikke-teknisk resumé

Kørestrømsanlægget, som benyttes ved elektrificering af strækningen Fredericia-Aarhus 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 65 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 u hensigtsmæssige 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 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 mikrottesla (μT), 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.

4.2 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/.

4.3 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 hverken elektrificering eller hastighedsopgraderinger af jernbanen på strækningen udføres. Derimod udføres en række naboprojekter. Det gælder eksempelvis Ny bane på tværs af Vejle Fjord, Ny bane Hovedgård-Hasselager og kapacitetsudvidelse Aarhus H.

Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme, som hvis der gennemføres hastighedsopgradering og elektrificering. Begrebet trafikmængde skal forstås som antallet af tog og togenes længde.

I 0-alternativet er togmateriellet dieseldrevet og kører således ikke på el. Hastigheden vil være den samme som den, der er tilladt i dag. Også linjeføringen vil være den samme som i dag, det vil sige 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 ejendommens afstand til banen og den simulerede udbredelse af magnetfeltet på det pågældende sted.

Der er identificeret 65 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 Vejle og Hedensted samt mellem Horsens og Hovedgård.

Tabel 13 Antal af ejendomme hvor magnetfeltet potentielt kan overstige forsigtighedsprincippet

Strækning/By	Antal ejendomme
Fredericia-Børkop	2
Vejle	1
Vejle-Hedensted	14
Hedensted	7
Hedensted-Horsens	5
Horsens	3
Horsens-Hovedgård	17
Hovedgård-Skanderborg	3
Skanderborg	1
Skanderborg-Aarhus	5
Aarhus	7

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 Fredericia – Aarhus, 2nd configuration", Banedanmark