



Støj og vibrationer

- Fagnotat

Elektrificering og hastighedsopgradering Fredericia-Aarhus

banedanmark



Godkendt dato

02.05.2017

Godkendt af

FLJO og BBJA

Senest revideret dato

02.05.2017

Senest revideret af

LFL, KAHD og KEAD

banedanmark Støj og vibrationer**Banedanmark**Anlægsudvikling
Amerika Plads 15
2100 København Øwww.bane.dk**COWI**

Støj og vibrationer

| Indhold | | Side |
|----------------|--|-------------|
| 1 | Indledning | 5 |
| 1.1 | Indledning | 5 |
| 1.2 | Baggrundsinformation om projektet | 7 |
| 1.2.1 | Elektrificering | 7 |
| 1.2.2 | Hastighedsopgradering | 12 |
| 2 | Ikke-teknisk resumé | 19 |
| 2.1 | Støjpåvirkninger imens banen bygges | 19 |
| 2.1.1 | Elektrificering | 20 |
| 2.1.2 | Hastighedsopgradering | 21 |
| 2.2 | Støjpåvirkninger når banen står færdig | 22 |
| 2.2.1 | Elektrificering | 22 |
| 2.2.2 | Hastighedsopgradering | 22 |
| 2.3 | Vibrationspåvirkninger imens banen bygges | 25 |
| 2.3.1 | Elektrificering | 25 |
| 2.3.2 | Hastighedsopgradering | 26 |
| 2.4 | Vibrationspåvirkninger når banen står færdig | 27 |
| 2.4.1 | Elektrificering | 28 |
| 2.4.2 | Hastighedsopgradering | 28 |
| 2.5 | Oversigt over påvirkninger | 28 |
| 2.5.1 | Elektrificering | 28 |
| 2.5.2 | Hastighedsopgradering | 31 |
| 3 | Lovgrundlag | 34 |
| 3.1 | Grænseværdier for støj i anlægsfasen | 34 |
| 3.2 | Grænseværdier for vibrationer i anlægsfasen | 35 |
| 3.3 | Grænseværdier for støj i driftsfasen | 35 |
| 3.3.1 | Støjbelastede boliger | 36 |
| 3.4 | Grænseværdier for vibrationer i driftsfasen | 36 |
| 3.4.1 | Vibrationsbelastede boliger | 38 |
| 4 | Metode | 39 |
| 4.1 | Geografisk afgrænsning | 39 |
| 4.2 | Miljøvurderingsmetode | 39 |
| 4.3 | Støj | 40 |
| 4.3.1 | Støj i anlægsfasen | 40 |
| 4.3.2 | Støj i driftsfasen | 49 |
| 4.4 | Vibrationer | 54 |
| 4.4.1 | Vibrationer i anlægsfasen | 54 |
| 4.4.2 | Vibrationer i driftsfasen | 58 |
| 5 | 0-alternativet | 62 |
| 5.1 | Støj | 62 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5.2 | Vibrationer | 63 |
| 6 | Eksisterende forhold | 65 |
| 6.1 | Støj | 65 |
| 6.2 | Vibrationer | 66 |
| 6.2.1 | Dagens situation | 67 |
| 7 | Konsekvenser i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger | 69 |
| 7.1 | Elektrificering | 69 |
| 7.1.1 | Støj | 69 |
| 7.1.2 | Vibrationer | 75 |
| 7.2 | Sammenfatning | 84 |
| 7.3 | Afværgeforanstaltninger – Elektrificering | 84 |
| 7.4 | Hastighedsopgradering | 85 |
| 7.4.1 | Støj | 85 |
| 7.4.2 | Vibrationer | 91 |
| 7.5 | Sammenfatning | 103 |
| 7.6 | Afværgeforanstaltninger - Hastighedsopgradering | 104 |
| 8 | Konsekvenser i driftsfasen – varige påvirkninger | 106 |
| 8.1 | Elektrificering | 106 |
| 8.1.1 | Støj | 106 |
| 8.1.2 | Vibrationer | 106 |
| 8.2 | Hastighedsopgradering | 106 |
| 8.2.1 | Støj | 106 |
| 8.2.2 | Vibrationer | 108 |
| 8.3 | Sammenfatning | 108 |
| 8.4 | Afværgeforanstaltninger - Hastighedsopgradering | 109 |
| 8.4.1 | Støj | 109 |
| 8.4.2 | Vibrationer | 111 |
| 9 | Kumulative effekter | 112 |
| 10 | Oversigt over mangler i undersøgelsen | 114 |
| 10.1 | Støj og vibrationer i anlægsfasen | 114 |
| 10.2 | Støj i driftsfasen | 114 |
| 10.3 | Vibrationer i driftsfasen | 114 |
| 11 | Referencer | 115 |
| 12 | Bilagsoversigt | 116 |

1 Indledning

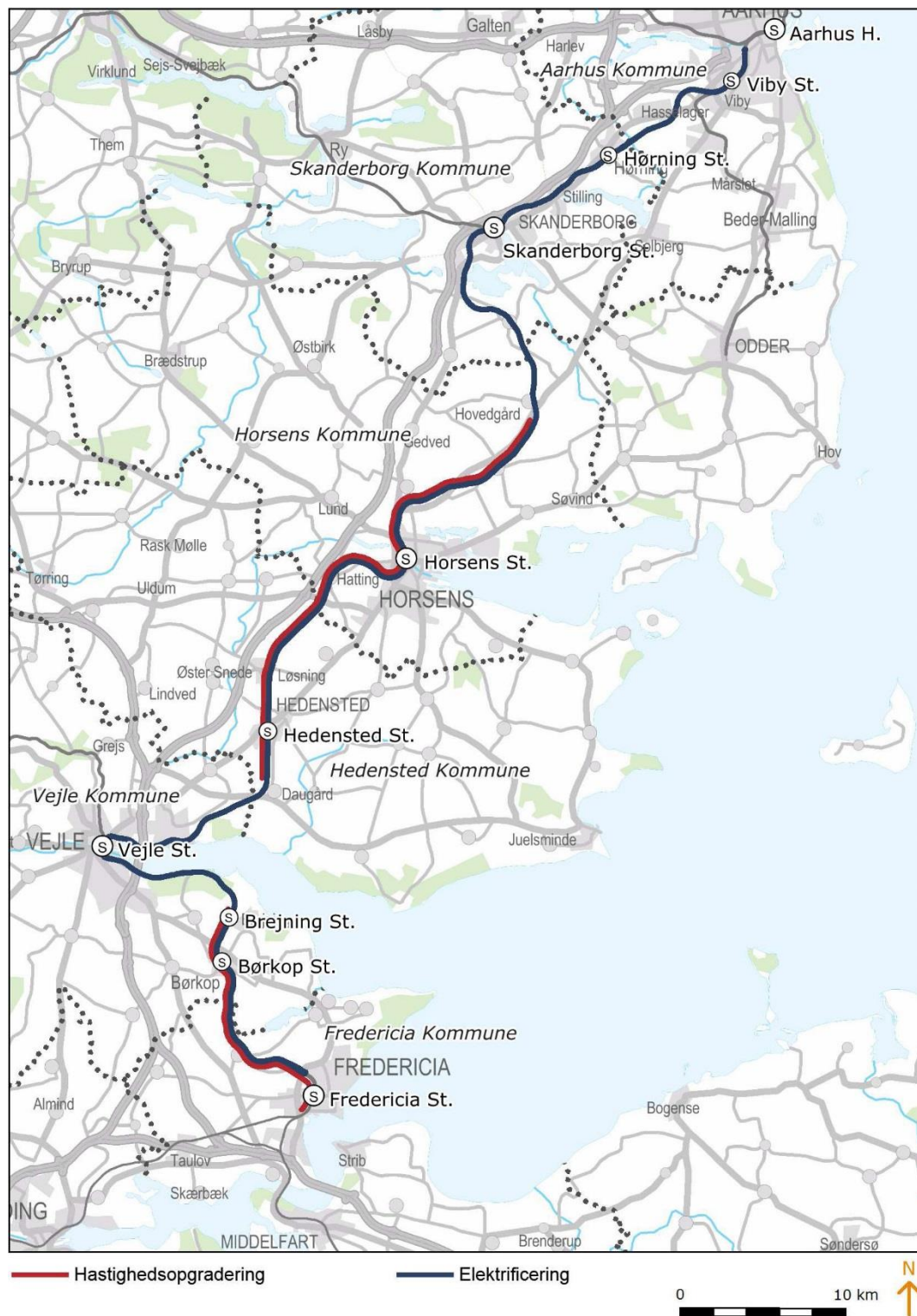
1.1 Indledning

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 støj og vibrationer 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 /1/.

I forbindelse med projektet, vil de tilgrænsende arealer blive pålagt restriktioner i form af en eldriftsservitut /2/. 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 /3/.

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 |

| Km | Bro nr. | Lokalitet | Undersøgt løsning |
|------|---------|--------------|--|
| | | | Alternativ 2: Ny vejbro opføres |
| 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

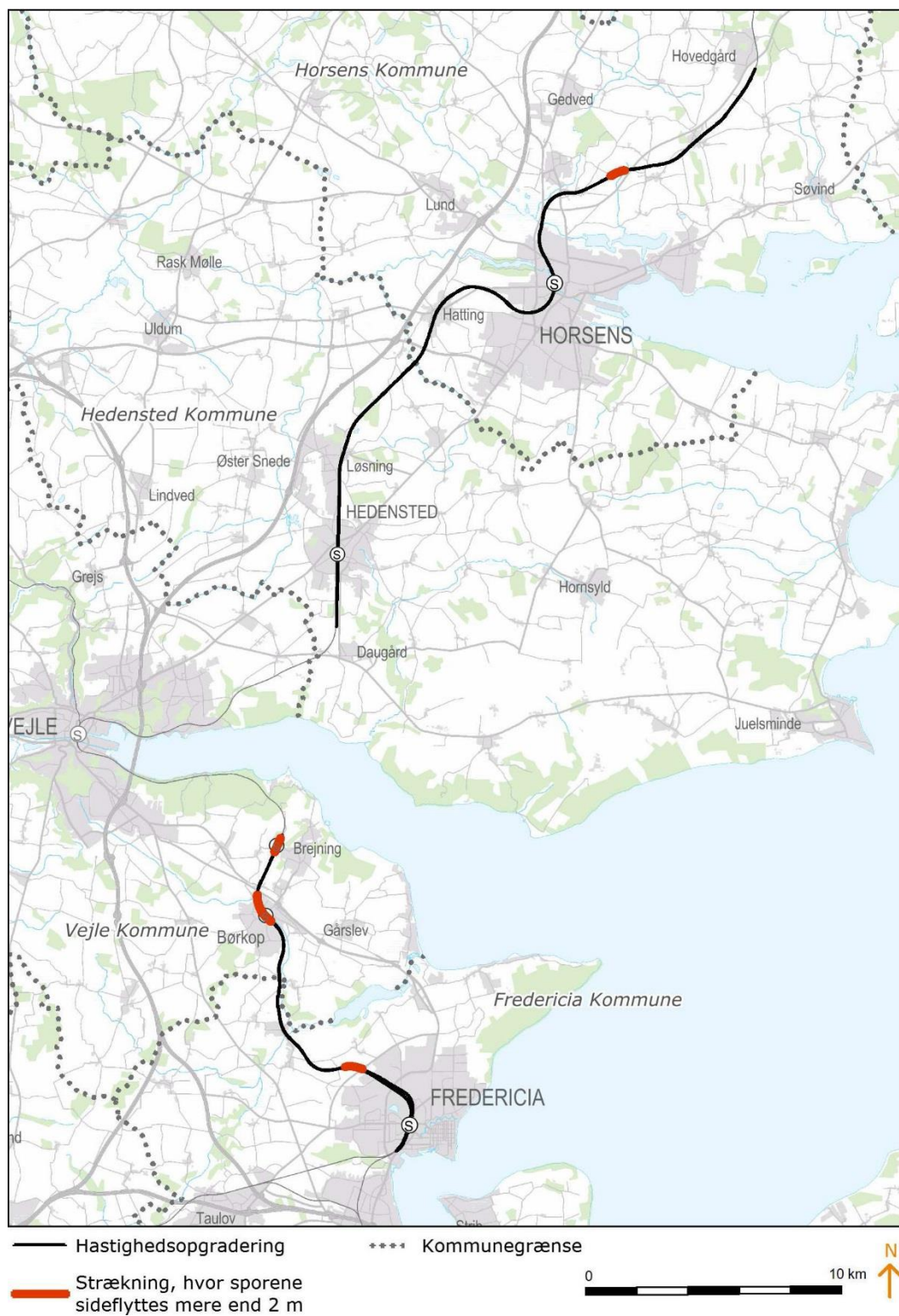
For at opnå en kortere rejsetid på strækningen mellem Fredericia og Aarhus er muligheden for at hastighedsopgradere dele af strækningen op til 250 km/t blevet undersøgt. Det betyder, at banens over- og underopbygning (grus,

skærver, sveller, skinner) skal ændres, kurver skal rettes ud og jernbanedæmninger skal udbygges og förstærkes. Flere sporbærende broer skal ændres og flere steder på strækningen skal veje, som løber parallelt med jernbanen, flyttes på grund af kurveudretninger 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 /4/.

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 |
| 14,6-15,2 | Sideflytning af sporene | Vejle | Brejning Station |

| Km | Anlæg | Kommune | Lokalitet |
|-----------|---------------------------------|---------|------------------------------|
| | mod øst | | |
| 63,3-63,8 | Sideflytning af sporene mod øst | Horsens | Mellem Hansted og Serridslev |

1.2.2.2 Vejforlægninger

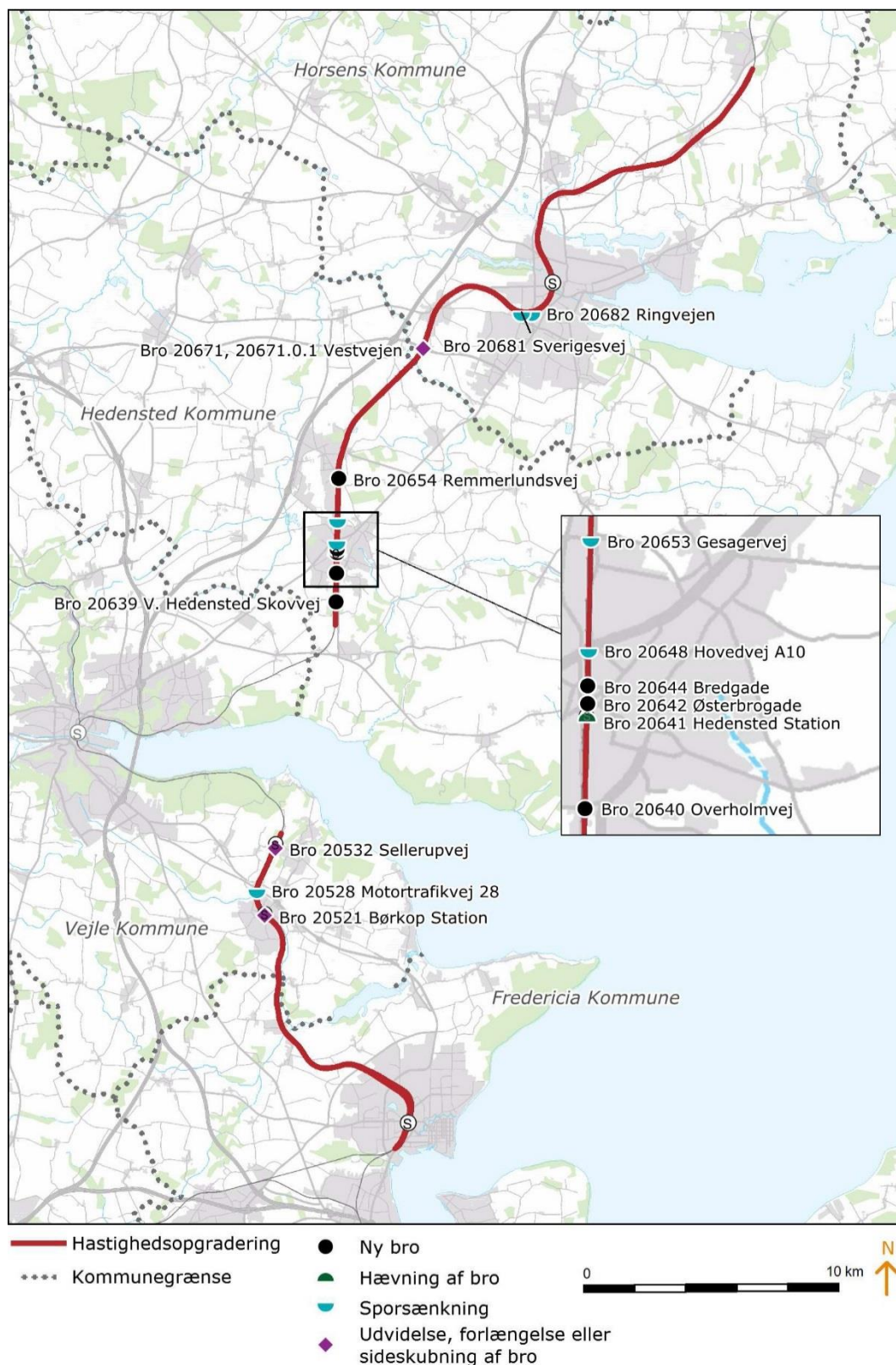
På grund af sideflytninger af spor og dæmningsudvidelse bliver det nødvendigt at sideflytte seks veje, som løber parallelt med jernbanen (Tabel 9).

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 Løsningsvej 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 fritrumsprofilen 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 /3/.

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

Som en del af elektrificering og hastighedsopgradering af banestrækningen Fredericia-Aarhus er påvirkninger fra støj og vibrationer vurderet. Der er foretaget en vurdering af de miljømæssige konsekvenser i såvel anlægs- som driftsfasen samt angivet mulige afværgeforanstaltninger.

Elektrificering af jernbanen er en forudsætning for at jernbanen kan hastighedsopgraderes. Derfor er alle elektrificeringsprojektets miljøpåvirkninger blevet vurderet, mens det udelukkende er merpåvirkningerne ved hastighedsopgraderingsprojektet, der er vurderet.

2.1 Støjpåvirkninger imens banen bygges

Støj fra anlægsaktiviteter i forbindelse med hhv. elektrificering og hastighedsopgradering er vurderet med fokus på væsentlige anlægsaktiviteter ved ombygning af jernbanen, herunder ombygning af broer, flytning af spor, ramning af spuns for støttevægge samt etablering af køreledningsmaster.

Banedanmark forsøger at tilrettelægge anlægsarbejdet, så det giver færrest mulige gener for jernbanens naboer. Når Banedanmark vurderer eventuelle støjpåvirkninger i anlægsfasen, er det i forhold til en støjgrænseværdi på 70 dB i dagtimerne og for anlægsarbejder, som må udføres om aftenen og om natten i forhold til en støjgrænseværdi på 40 dB.

Så vidt muligt vil arbejdet blive udført i dagtimerne på hverdage. Imidlertid betyder behovet for at opretholde togtrafikken og at enkelte arbejder planlægges udført udenfor dagperioden, at der i nogen udstrækning også vil blive arbejdet i aften- og nattetimerne og i weekender.

De steder, hvor støjen forventes at genere mange naboer, bliver det vurderet, om anlægsarbejdet kan tilrettelægges, så det støjer mindre. Det kan blandt andet ske ved at benytte mindre støjende arbejdsmetoder – eksempelvis ved at støjdampe maskiner og ved at opsætte midlertidige støjskærme.

I praksis er det vanskeligt at dæmpe støjen ved større anlægsarbejder, fordi der kun er få muligheder for at anvende mindre støjende maskiner og arbejdsprocesser. For at forberede naboerne på tidspunkt og varighed af støjgener, informerer Banedanmark løbende om anlægsarbejdet.

Nogle anlægsaktiviteter vil være af kortere varighed f.eks. ramning af spuns og nogle vil være af længere varighed f.eks. konstruktions- og jordarbejder. De enkelte naboer vil i løbet af anlægsperioden opleve perioder med forskellig støjpåvirkning, men også perioder uden støj.

Støj i anlægsfasen er vurderet på grundlag af beregning af støjdbredelsen fra udvalgte, meget støjende anlægsaktiviteter. Arbejde på midlertidige

byggepladser og arbejdskørsel til og fra byggepladser mv. er ikke medtaget i nærværende undersøgelse, da det vurderes, at støjen herfra vil have en meget begrænset betydning for den samlede støjpåvirkning i forhold til støjen fra de udvalgte anlægsaktiviteter.

Støjberegningerne er udført med en simplificeret metode som giver et udtryk for støjniveauet i "worst case". Det er beregnet i hvilken afstand fra den pågældende anlægsaktivitet, at støjniveauet er lig støjgrænseværdien for henholdsvis normal arbejdstid (70 dB) og øvrige tidsrum inkl. aften/nat og weekend (40 dB).

Baseret på de beregnede afstande er antallet af boliger, som kan få en støjpåvirkning, der er højere end støjgrænseværdien opgjort for henholdsvis normal arbejdstid hverdage og øvrige tidsrum. Miljøpåvirkningen (som følge af støj) er karakteriseret ud fra antallet af støjpåvirkede boliger pr. døgn og aktivitetens forventede varighed, normeret til én måned:

- Ingen/ubetydelig påvirkning - færre end 10 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden
- Lille påvirkning - færre end 300 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden
- Middel påvirkning - 300-600 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden
- Væsentlig påvirkning - flere end 600 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden

2.1.1 Elektrificering

Der vil blive udført anlægsaktiviteter ved i alt 38 broer samt etablering af køreledningsmaster, autotransformere og forsyningsstation mv.

Der er udvalgt en række aktiviteter, som vurderes at kunne give væsentlige støjpåvirkninger herunder ramning af spuns, ramning af fundamenter for køreledningsmaster, sporopbygning, konstruktionsarbejder inkl. jordarbejder og nedrivning af broer.

Der vil ved 31 af de 38 steder, hvor der gennemføres nedrivning, nybygning og/eller genopbygning af broer være en ubetydelig miljøpåvirkning, hvis anlægsaktiviteterne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage. Der vil ved otte broer være en lille miljøpåvirkning. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der ved 23 broer være en væsentlig miljøpåvirkning. Der vil ved to broer være en middel miljøpåvirkning og ved 13 broer en lille miljøpåvirkning.

Ramning af fundamenter til køreledningsmaster vil medføre en lille miljøpåvirkning når det foregår indenfor normal arbejdstid på hverdage. Hvis ramning af fundamenter til køreledningsmaster udføres aften, nat eller weekend, så vil der være en middel miljøpåvirkning. Det bør bemærkes at netop denne aktivitet løbende flyttes langs jernbanen, hvorfor evt. støjgene ved de enkelte naboejendomme vil være overstået på kort tid (1/2-1 døgn).

Til forsyning af kørestrøm skal der på strækningen etableres fem autotransformere og en forsyningsstation. Når dette anlægsarbejde foregår indenfor normal arbejdstid på hverdage vil der være en ubetydelig miljøpåvirkning af naboer. Hvis anlægsarbejdet udføres aften, nat eller weekend, så vil der være en lille miljøpåvirkning.

2.1.2 Hastighedsopgradering

For at kunne øge toghastigheden skal jernbanen ændres, kurver skal rettes ud, jernbanedæmninger skal udbygges og forstærkes. Ved 15 broer foretages sporsænkning, sporflytning, brohævning eller bygning af ny bro. Hastighedsforøgelsen vil endvidere medføre ændringer på fem stationer.

Der vil blive udført støjende anlægsaktiviteter i forbindelse med ændring af 19 broer. Der vil for alle 19 broer være en ubetydelig miljøpåvirkning, hvis anlægsaktiviteterne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der ved 11 broer være en væsentlig miljøpåvirkning, ved tre broer en middel miljøpåvirkning, ved fire broer en lille miljøpåvirkning og ved de resterende to broer vil der være en ubetydelig miljøpåvirkning.

Der vil være steder, hvor sporene sideflyttes, og der derfor vil forekomme anlægsarbejder med forstærkning af dæmninger, fornyelse af sporunderbygning og ballast mv. Der vil bl.a. forekomme jordarbejder, påfyldning og genindbygning af skærver, sporjustering og skinneslibning. Alle disse aktiviteter flytter sig langs jernbanetracéet, hvorfor støjpåvirkningen af den enkelte nabo tæt på jernbanen vil være af få dages varighed. Når anlægsaktiviteterne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage, vil der være en ubetydelig eller en lille miljøpåvirkning. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der være en væsentlig miljøpåvirkning.

Større sporsænkninger på strækningen som hastighedsopgraderes medfører at skal der etableres 19 permanente og én midlertidig støttevæg, hvilket typisk sker ved nedramning af jernspuns. De fleste støttevægge er 25-50 m lange, mens de længste er henholdsvis 700 og 1200 m lange. Ved de korte støttevægge vil der ikke opleves væsentlige ændringer af støjpåvirkningen fra påbegyndelse til afslutning af spunsramningen, selvom arbejdet løbende flyttes langs jernbanen. Ved de lange støttevægge vil naboer tæt på jernbanen opleve at støjen reduceres efterhånden som arbejdet flytter sig langs jernbanen. Omvendt vil naboer i større afstande ikke opleve de store ændringer, da afstanden til støjilden ikke ændres væsentligt, selvom aktiviteten flyttes langs jernbanen. Når spunsramningen udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage vil der ved fem støttevægge være en lille miljøpåvirkning, og ved de resterende være en ubetydelig miljøpåvirkning. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der fem steder være en væsentlig miljøpåvirkning og ved de resterende være en lille eller middel miljøpåvirkning.

For at kunne øge toghastigheden vil der på Fredericia, Børkop, Brejning, Hedensted og Horsens stationer skulle foretages ombygning af spor og perroner. Der vil bl.a. forekomme forskellige konstruktionsarbejder, påfyldning og genindbygning af skærver, sporjustering og skinneslibning. Når anlægsarbejderne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage vil der ved Børkop Station være en lille miljøpåvirkning, og ved de øvrige stationer en ubetydelig miljøpåvirkning. Hvis anlægsarbejderne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der ved Brejning Station være en middel miljøpåvirkning og ved de øvrige stationer være en væsentlig miljøpåvirkning.

2.2 Støjpåvirkninger når banen står færdig

2.2.1 Elektrificering

De støjmæssige effekter af elektrificeringsprojektet er ikke behandlet selvstændigt, men potentielle varige påvirkninger er i stedet indregnet i undersøgelsen af hastighedsopgraderingen, der forudsætter en elektrificering af strækningen.

2.2.2 Hastighedsopgradering

De støjmæssige konsekvenser i driftsfasen er undersøgt ved at beregne den forventede udbredelse af støj fra togtrafikken og opgøre antallet af støjbelastede boliger langs jernbanen.

Støjen er beregnet ved brug af beregningsmetoden NORD2000 og bestemmes som årsmiddelværdien (L_{den}) og maksimalværdien (L_{Amax}).

L_{den} er en sammenvejning af støjen beregnet i perioderne dag, aften og nat, hvor støjen i aftenperioden er tillagt 5 dB og støjen i natperioden er tillagt 10 dB. Hensigten er, at den beregnede middelværdi for hele døgnet skal afspejle, at støj om aftenen og om natten er mere generende end støj om dagen. Det giver sig også udtryk i støjgrænseværdierne fastlagt i Banedanmarks GAB Miljø, som er 70 dB om dagen og 40 dB om natten.

Maksimalværdien L_{Amax} for støj fra forbigørende tog er et udtryk for det maksimale støjniveau ved én togpassage.

Støjberegningerne er baseret på en topografisk 3D-model, som dækker 500 m på hver side af jernbanen på strækningen fra Fredericia til Aarhus. Støjen er beregnet på facaden på hver etage for alle bygninger, der er registeret til boligformål.

Miljøstyrelsen har fastlagt vejledende grænseværdier på henholdsvis 64 dB for L_{den} og 85 dB for L_{Amax} gældende for boliger og anden støjfølsom anvendelse. Hvis en bolig udsættes for støj, der overstiger en af disse værdier, betragtes den som støjbelastet.

Tabel 13 viser en sammenligning af antallet af støjbelastede boliger og støjbelastningstallet (SBT¹) i henholdsvis dagens situation, 0-alternativet og efter hastighedsopgraderingen. Resultaterne af støjkortlægningen viser, at det samlede antal støjbelastede boliger langs strækningen vil være 465, hvoraf 422 boliger er beliggende i byerne² langs jernbanestrækningen, hvor hastighedsopgraderingen udføres (se Tabel 13). Det er færre end i 0-alternativet (487 boliger) og færre end i dagens situation (485 boliger). Reduktionen skyldes, at anvendelsen af mindre støjende materiel opvejer den øgede hastighed.

Tabel 13: Antal af støjbelastede boliger, hvor en eller begge af de vejledende grænseværdier på henholdsvis 64 dB for Lden og 85 dB for LAmax er overskredet.

| Kommune | Dagens situation (2016) | 0-alternativ (2030) | Hastighedsopgradering (2030) |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Fredericia | 49 | 49 | 53 |
| Vejle | 55 | 55 | 57 |
| Hedensted | 191 | 162 | 145 |
| Horsens | 190 | 221 | 210 |
| Total antal boligenheder | 485 | 487 | 465 |
| Samlet SBT for boligenheder | 12,7 | 43,6 | 23,9 |

Ved sammenligning af dagens situation og 0-alternativet ses det, at det samlede antal støjbelastede boliger er næsten det samme, men støjbelastningstallet (SBT) stiger fra 12,7 til 43,6, hvilket viser at der er en højere støjbelastning af de samme boliger. I 0-alternativet stiger togmængden, mens materiel og hastigheder er uændret. Det er således boliger som i dagens situation har L_{Amax} over 85 dB, men L_{den} under 64 dB, og hvor L_{den} forøges til over 64 dB, der medfører at det samlede SBT stiger markant. Antallet af boliger som har L_{Amax} over 85 dB vil være stort set uændret.

Ved sammenligning af situationen efter hastighedsopgradering med 0-alternativet ses det, at det samlede antal støjbelastede boliger falder fra 487 til 465, og at SBT reduceres fra 43,6 til 23,9. Efter hastighedsopgradering (og elektrificering) køres der med nyt, mindre støjende materiel, men dog med højere hastighed. Antallet af boliger som i 0-alternativet har L_{den} over 64 dB reduceres markant, hvorved det samlede SBT også falder. Anvendelse af mindre støjende materiel opvejer således den forøgede hastighed. Antallet af boliger som har L_{Amax} over 85 dB vil være stort set uændret, da det er den samme togtype, og med samme hastighed, der er årsag til støjpåvirkning med L_{Amax} over 85 dB.

¹ SBT er et udtryk for, hvor meget et boligområde bliver påvirket af støj. SBT kan bruges til at sammenligne den støjmæssige konsekvens af forskellige alternativer eller i forskellige områder.

² Fredericia, Bredstrup, Pjedsted, Børkop, Brejning, Hedensted, Løsning, Hatting, Horsens, Egebjerg og Tvingstrup.

Opsætning af støjskærme besluttet på baggrund af støjbelastningstal pr. kilometer jernbane ($SBT/km \geq 8$) eller sagt på anden måde - hvis der er mange støjbelastede boliger langs en given delstrækning af jernbanen, er der måske basis for at etablere en støjskærm. Der er fem eksisterende støjskærme på strækningen, hvoraf en enkelt i Hedensted Kommune flyttes i forhold til sporændringer som følge af hastighedsopgraderingen. De støjmæssige konsekvenser af hastighedsopgraderingen udløser ikke etablering af nye støjskærme.

Hvis der ved støjbelastede boliger ikke udføres støjafskærmning skal det vurderes om disse skal have tilbud om tilskud til lydisolering.

For at en bolig vil få tilbudt tilskud til lydisolering af Banedanmark, skal et af nedenstående kriterier være opfyldt:

1. Boliger som før projektet havde et støjniveau under grænseværdierne ($L_{den} < 64$ dB eller $L_{Amax} < 85$ dB), og som efter projektet får et støjniveau over grænseværdierne ($L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB).
2. Boliger som før projektet havde et støjniveau over grænseværdierne ($L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB), og som følge af projektet udsættes for en forøgelse af støjniveauet med mindst 1 dB (Banedanmarks væsentlighedskriterium).

Boliger, hvor et af ovennævnte kriterier er opfyldt for enten L_{den} eller L_{Amax} , og som ikke allerede tidligere har fået udført lydisolering gennem Banedanmarks Støjprojekt, vil få tilbudt tilskud til lydisolering. Antallet af boliger som er udpeget for tilskud til lydisolering for hver kommune fremgår af Tabel 14.

Tabel 14: Oversigt over boliger udpeget for tilbud om tilskud til lydisolering af bygningsfacader.

| Kommune | Antal boliger hvor Banedanmarks væsentlighedskriterium er opfyldt | Antal boliger hvor $L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB og som før projektet havde et støjniveau $L_{den} < 64$ dB eller $L_{Amax} < 85$ dB | Total antal boliger udpeget for tilbud om tilskud til lydisolering |
|------------------|---|---|--|
| Fredericia | 0 | 4 | 4 |
| Vejle | 2 | 6 | 8 |
| Hedensted | 5 | 15 | 20 |
| Horsens | 1 | 2 | 3 |
| Hele strækningen | 8 | 27 | 35 |

Efter hastighedsopgraderingen vil der være otte boliger, hvor Banedanmarks væsentlighedskriterium er opfyldt. To boliger i Vejle Kommune, fem i Hedensted Kommune og en i Horsens Kommune. Det vil sige boliger som før projektet havde et støjniveau over grænseværdierne ($L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB), og som følge af projektet udsættes for en forøgelse af støjniveauet med mindst 1 dB.

Der vil være i alt 27 boliger, som før projektet havde et støjniveau under grænseværdierne ($L_{den} < 64$ dB eller $L_{Amax} < 85$ dB), og som efter projektet får et støjniveau over grænseværdierne ($L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB). Det drejer sig om fire boliger i Fredericia Kommune, seks boliger i Vejle Kommune, 15 boliger i Hedensted Kommune og to boliger i Horsens Kommune.

Ingen af de 35 udpegede boliger har tidligere fået udført lydisolering af bygningsfacader og vil derfor få tilbud om tilskud til lydisolering af Banedanmark.

Lydisoleringen betales af anlægsprojektet og sker på baggrund af en individuel vurdering af alle udpegede boliger. Lydisolering består typisk i udskiftning af vinduer.

2.3 Vibrationspåvirkninger imens banen bygges

Under udførelsen af elektrificeringen og hastighedsopgraderingen forsøger Banedanmark at tilrettelægge anlægsarbejdet således, at indflydelsen fra vibrationstunge anlægsarbejder vil medføre færrest mulige gener for jernbanens naboer.

Vibrationsbelastningen fra vibrationstunge anlægsarbejder er vurderet i forhold til grænseværdien for vibrationskader af nærliggende bygninger på henholdsvis 3 mm/s og 5 mm/s, samt vibrationskomfort, der defineres som midlertidige mærkbare belastningsniveauer over 75 dB(KB), der generer opholdskomforten for de mennesker, der opholder sig i udsatte boliger.

Vurderingen af vibrationsudbredelse fra anlægsarbejder er foretaget på baggrund af erfaringsværdier fra anlægsarbejder generelt, og er forbundet med en betydelig usikkerhed, da undergrundens beskaffenhed har stor indflydelse på vibrationsudbredelsen, ligesom bygningers konstruktion reagerer forskelligt på vibrationspåvirkningerne.

2.3.1 Elektrificering

Opgørelsen af vibrationsbelastede bygninger for elektrificeringen omfatter anlægsaktiviteter i forbindelse med udførelse af broer, støttevægge, sporsænkninger samt fundamenter for køreledningsmaster. Opgørelsen er foretaget ud fra de mest vibrationstunge anlægsmetoder.

Som følge af etablering og ombygning af broerne er der samlet set identificeret 12 bygninger med risiko for bygningskader – tre af disse bygninger ligger i Vejle Kommune, syv i Skanderborg Kommune og to i Aarhus Kommune. Den mest kritiske anlægsaktivitet er i denne forbindelse ramning af pæle og spuns omkring broerne.

Ydermere forventes vibrationskomforten som følge af anlægsarbejderne, at blive belastet i totalt 371 bygninger, heraf 62 i Vejle Kommune, 64 i

Hedensted Kommune, 17 i Horsens Kommune, 122 i Skanderborg Kommune og 106 i Aarhus Kommune.

Vibrationspåvirkningen fra etablering og ombygning af broer betragtes således som en væsentlig påvirkning fra projektet, da der er flere end 20 komfortbelastede boliger eller mindst en bygning med risiko for bygningskader, som nærmere beskrevet i afsnit 4.4.1.

Vibrationsbelastninger kan afværges ved at tilrettelægge anlægsarbejderne, så der benyttes mindre vibrationstunge arbejdsmetoder.

Med henblik på at begrænse vibrationsgener ved udførelse af fundamenter for køreledningsmaster er det for byområder som hovedregel valgt at støbe fundamentspælene i forborede huller, modsat pæle der nedbringes ved ramning. Herved forventes ingen vibrationsbelastning til følge. På åbne strækninger, hvor afstanden til nærliggende bygninger generelt er større, og der dermed ikke forventes den samme vibrationsbelastning, nedbringes pæle hovedsageligt ved ramning af en sporkørende rammemaskine.

2.3.2 Hastighedsopgradering

Opgørelsen af vibrationsbelastede bygninger for hastighedsopgraderingen omfatter anlægsaktiviteter i forbindelse med udførelse af broer, nye sporunderbygninger, støttevægge samt perronombygninger. Opgørelsen er foretaget ud fra de mest vibrationstunge anlægsmetoder.

Som følge af etablering og ombygning af broerne er der samlet set identificeret 12 bygninger med risiko for bygningskader – tre af disse i Fredericia Kommune, syv i Hedensted Kommune, og to i Horsens Kommune. Den mest kritiske anlægsaktivitet er i denne forbindelse ramning af pæle og spuns omkring broerne. Ydermere forventes vibrationskomforten som følge af anlægsarbejderne at blive belastet i samlet set 247 bygninger, heraf 67 i Fredericia Kommune, 18 i Vejle Kommune, 115 i Hedensted Kommune, og 47 i Horsens Kommune.

Vibrationspåvirkningen fra etablering og ombygning af broer betragtes således samlet som en væsentlig påvirkning fra projektet. Vibrationsbelastninger kan afværges ved at tilrettelægge anlægsarbejderne, så der benyttes mindre vibrationstunge arbejdsmetoder.

Hvor hastighedsopgraderede spor flyttes i forhold til eksisterende spor, indføres ny sporunderbygning og ballasten kompakteres ved genindbygning af skærver af en skinnekørende vibreringsmaskine med henblik på at opnå stabilitet og robusthed af sporet.

Der er i alt fundet 19 bygninger med risiko for bygningskader som følge af kompakteringen, heraf fire i Vejle, fem i Hedensted og ti i Horsens. Risikoen for bygningskader betragtes som en væsentlig påvirkning.

Vibrationsbelastningen kan afværges ved ikke at kompaktere ballasten med vibreringsmaskine, men i stedet lade ballasten sætte sig over tid ved

passager af tog. Dog kræver denne afværgelse af sikkerhedsmæssige årsager sandsynligvis at togene passerer med nedsat hastighed i en periode. For hvad angår vibrationskomforten, må der forventes overskridelser af grænseværdien for en større mængde bebyggelser langs strækninger med ny sporunderbygning, men da varigheden er få timer betragtes dette som værende en lille påvirkning og uden behov for afværgeforanstaltninger.

For etablering af støttevægge antages de 12 støttevægge i projektet, at udføres med spunsjern. Under nedbringning af spunsjern er der fundet 42 bygninger med risiko for bygningskader, heraf seks i Vejle Kommune, 33 i Hedensted Kommune, og tre i Horsens Kommune. Ydermere forventes vibrationskomforten som følge af anlægsarbejderne at blive belastet i samlet set 365 bygninger, heraf 41 i Vejle Kommune, 316 i Hedensted Kommune, og otte i Horsens Kommune. Vibrationspåvirkningen betragtes således som en væsentlig påvirkning fra projektet, og kan afværges ved at tilrettelægge anlægsarbejderne, så der benyttes mindre vibrationstunge arbejdsmetoder som eksempel nedvibrering af spuns hvis muligt.

For ombygningen af perroner antages det, at der udføres spunsarbejde i forbindelse med forlængelse og forskydning af perroner. Nedbringes spunsen ved ramning vurderes en risiko for bygningskader i fire bygninger nær Børkop Station og en bygning nær Brejning Station. Ydermere forventes vibrationskomforten som følge heraf at blive belastet i 16 bygninger nær Børkop Station og 18 bygninger nær Brejning Station. Vibrationspåvirkningen betragtes således som en væsentlig påvirkning fra projektet, og kan afværges ved at tilrettelægge anlægsarbejderne, så der benyttes mindre vibrationstunge arbejdsmetoder som eksempel nedvibrering af spuns hvis muligt.

2.4 Vibrationspåvirkninger når banen står færdig

Vibrationer fra jernbaner opstår, når et tog i bevægelse fremkalder svingninger i skinner og underlag. Vibrationer vil herved brede sig gennem jorden til nærliggende bygninger, hvilket kan medføre, at bygningerne ryster svagt, at glas klirrer m.m.

En elektrificering og hastighedsopgradering af jernbanestrækningen vil føre til en forandret vibrationspåvirkning i forhold til dagens situation. Vibrationsrelaterede påvirkninger omfatter i nærværende undersøgelse af den fremtidige driftssituation hhv. vibrationskomfort og strukturlyd:

- Vibrationskomfort angiver mærkbare belastningsniveauer, der generer opholdskomforten for de mennesker, der opholder sig i udsatte bygninger. Vibrationskomfort måles og beregnes i enheden dB(KB), uden at dette dog kan sammenlignes med niveauet for støj, som også angives i dB.
- Strukturlyd forårsages af vibrationer, der omsættes til lavfrekvente lydsvingninger i en bygning, ved at vægge og gulve sættes i svingninger og

dermed principielt virker som en højttaler. Strukturlyd angives i enheden dB(A)

Ved kraftige vibrationspåvirkninger kan der opstå revner og skader på bygninger. Dette opstår erfaringsmæssigt først ved påvirkninger, som ligger markant over grænsen for mærkbare vibrationer – og betydeligt over de vibrationer, som erfaringsmæssigt forekommer fra jernbaner.

2.4.1 Elektrificering

De miljømæssige effekter fra elektrificeringsprojektet er ikke behandlet selvstændigt, men potentielle varige påvirkninger er i stedet indregnet i undersøgelsen af hastighedsopgraderingen, der forudsætter en elektrificering af strækningen.

2.4.2 Hastighedsopgradering

Niveauer for vibrationskomfort og strukturlyd som følge af hastighedsopgraderingen er kortlagt ved anvendelse af Banedanmarks vibrationsmodel.

Banedanmark arbejder med et væsentlighedskriterium svarende til en stigning på mindst 2 dB (25 %) i forhold til niveauet inden projektet. Væsentlighedskriteriet anvendes for boliger, der inden projektet udføres allerede har en vibrationsbelastning over grænseværdierne.

I kortlægningen af vibrationsbelastningen fra hastighedsopgraderingen er der i Horsens Kommune identificeret en enkelt bolig med overskridelse af væsentlighedskriteriet relateret til vibrationskomfort. Effekten betragtes som en mindre påvirkning fra projektet, men bør undersøges nærmere i detailfasen. Overskridelsen skyldes at linjeføringen rykkes 6 m nærmere den berørte bygning grundet en kurveudretning.

2.5 Oversigt over påvirkninger

2.5.1 Elektrificering

Påvirkningerne fra elektrificeringen er samlet i en oversigt, som indikerer om hver enkelt påvirkning er lille, middel eller væsentlig (Tabel 15). Oversigten viser udelukkende de lokaliteter, hvor der sker en påvirkning af ét eller flere af de angivne miljøemner.

Påvirkningen fra støj mens banen bygges er angivet henholdsvis for normal arbejdstid på hverdage kl. 07-18 og for øvrige perioder dvs. aften, nat og weekend.

Tabel 15: Påvirkninger fra elektrificeringen. Grøn indikerer at der ingen eller ubetydelig påvirkning er (I/U), gul en lille påvirkning (L), orange en middel påvirkning (M) og rød en væsentlig påvirkning (V).

| | | Mens banen bygges | | | Når banen står færdig |
|--|------|-------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Lokalitet | Km | Vibrationer | Støj - hverdage Kl. 07-18 | Støj - aften, nat og weekend | Vibrationer |
| Vejle Kommune | | | | | |
| Børkop Station, bro 20521, Ny gangbro opføres nyt sted | 11,9 | M | I/U | V | I/U |
| Toftumvej, bro 20530, Ny vejbro opføres | 13,1 | V | I/U | V | I/U |
| Toldbodvej, bro 20568, Brodækket hæves | 25,0 | V | L | V | I/U |
| Østerbrogade, bro 20596, Ny vejbro opføres | 26,8 | V | L | V | I/U |
| Ulbækhusvej, bro 20622, Ny vejbro opføres et nyt sted | 34,8 | L | I/U | L | I/U |
| Skibsholtvej, bro 20624, Alternativ 1: Broen nedlægges | 35,6 | I/U | I/U | L | I/U |
| Skibsholtvej, bro 20624, Alternativ 2: Ny vejbro opføres et nyt sted | 35,6 | L | I/U | L | I/U |
| Hedensted Kommune | | | | | |
| Juelsmindevej, bro 20626, Sporet sænkes | 36,8 | L | I/U | L | I/U |
| Hovedvej A10, bro 20648, Sporet sænkes | 41,4 | V | L | V | I/U |
| Nørregade, bro 20660, Brodækket hæves | 44,9 | V | L | V | I/U |
| Horsens Kommune | | | | | |
| Hattingvej, bro 20680, Ny vejbro opføres et nyt sted | 53,7 | L | I/U | L | I/U |
| Bjarkesgade, bro 20683, Sporet sænkes | 56,8 | M | L | V | I/U |
| Bygholm Parkvej, bro 20688, Brodækket hæves | 57,2 | I/U | I/U | V | I/U |
| Silkeborgvej, bro 20696, Ombygning af midterbjælke | 58,7 | I/U | I/U | V | I/U |
| Kannerrupvej, bro 20722, Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 63,4 | L | I/U | L | I/U |
| Bleldvej, bro 20724, Ny vejbro opføres | 64,7 | L | I/U | L | I/U |
| Markvangen, bro 20736, Alternativ 1: Broen nedlægges | 66,2 | I/U | I/U | L | I/U |

| | | Mens banen bygges | | | Når banen står færdig |
|---|------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Lokalitet | Km | Vibrationer | Støj - hverdage Kl. 07-18 | Støj - aften, nat og weekend | Vibrationer |
| Markvangen, bro 20736, Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 66,2 | I/U | I/U | L | I/U |
| Grumstrupvej, bro 20756, Alternativ 1: Broen nedlægges | 74,3 | I/U | I/U | L | I/U |
| Grumstrupvej, bro 20756, Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 74,3 | I/U | I/U | L | I/U |
| Skanderborg Kommune | | | | | |
| Båstrupvej, bro 20764, Brodækket hæves | 76,6 | V | I/U | M | I/U |
| Fårbjergvej, Bro 20770, Ny vejbro opføres | 77,6 | L | I/U | L | I/U |
| Hylkevej, bro 20772, Alternativ 1: Broen nedlægges | 78,3 | I/U | I/U | L | I/U |
| Hylkevej, bro 20772, Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 78,3 | L | I/U | L | I/U |
| Horsensvej, bro 20780, Brodækket hæves | 82,5 | I/U | I/U | V | I/U |
| Korsvej, bro 20788, Ny vejbro opføres et nyt sted | 84,8 | V | I/U | V | I/U |
| Låsbyvej, bro 20792, Broen hæves | 85,5 | V | I/U | V | I/U |
| Gl. Randersvej, bro 20802, Alternativ 1: Ny stibro opføres | 88,2 | L | I/U | L | I/U |
| Gl. Randersvej, bro 20802, Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 88,2 | L | I/U | L | I/U |
| Randersvej, bro 20804, Sporet sænkes | 89,7 | L | I/U | V | I/U |
| Lynghøjvej, bro 20806, Brodækket hæves | 90,1 | V | L | V | I/U |
| Bjertrupvej, bro 20808, Ny vejbro opføres | 90,8 | M | I/U | V | I/U |
| Skanderborgvej, bro 20812, Ny vejbro opføres | 92,7 | V | L | M | I/U |
| Hørning Station, bro 20812.1, Brodækket hæves | 94,2 | I/U | I/U | V | I/U |
| Aarhus Kommune | | | | | |
| Hovvejen, bro 20818, Ny vejbro opføres | 96,8 | I/U | I/U | L | I/U |
| Kattrupvej, bro 20820, Ny vejbro opføres | 97,4 | L | I/U | L | I/U |
| Hasselager, bro 20822, | 99,3 | I/U | I/U | V | I/U |

| | | Mens banen bygges | | | Når banen står færdig |
|---|-------|-------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Lokalitet | Km | Vibrationer | Støj - hverdage kl. 07-18 | Støj - aften, nat og weekend | Vibrationer |
| Brodækket hæves | | | | | |
| Lemmingvej, bro 20828, Ny vejbro opføres | 100,1 | L | L | V | I/U |
| Skanderborgvej, bro 20832.0.1, Sporet sænkes, og der opføres delvist en ny vejbro | 102,2 | L | I/U | V | I/U |
| Viby Station, bro 20835, Brodækket hæves | 103,8 | I/U | I/U | V | I/U |
| Gl. Kongevej, bro 20846, Brodækket hæves | 105,5 | V | I/U | V | I/U |
| Skanderborgvej, bro 20848, Brodækket hæves | 105,6 | M | I/U | V | I/U |
| Kongsvang, bro 20852, Alternativ 1: Ny sporfletningsbro opføres | 105,9 | V | I/U | V | I/U |
| Kongsvang, bro 20852, Alternativ 2: Nyt brodæk | 105,9 | V | I/U | V | I/U |

2.5.2 Hastighedsopgradering

Påvirkningerne fra hastighedsopgraderingen er samlet i en oversigt, som indikerer om hver enkelt påvirkning er lille, middel eller væsentlig (Tabel 16). Oversigten viser udelukkende de lokaliteter, hvor der sker en påvirkning af ét eller flere af de angivne miljøemner.

Støjpåvirkningen når banen står færdig er opgjort pr. kommune og fremgår af Tabel 13. Miljøpåvirkningen fra støj mens banen bygges er angivet henholdsvis for normal arbejdstid på hverdage kl. 07-18 og for øvrige perioder dvs. aften, nat og weekend.

Tabel 16: Påvirkninger fra hastighedsopgraderingen. Grøn indikerer at der ingen eller ubetydelig påvirkning er (I/U), gul en lille påvirkning (L), orange en middel påvirkning (M) og rød en væsentlig påvirkning (V).

| | | Mens banen bygges | | | Når banen står færdig |
|---|-------|-------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Lokalitet | Km | Vibrationer | Støj - hverdage Kl. 07-18 | Støj - aften, nat og weekend | Vibrationer |
| Fredericia Kommune | | | | | |
| Indkørsel fra Kolding, bro 20456, Mindre ændringer | 219,5 | M | I/U | V | I/U |
| Prangervej, bro 20460, Mindre ændringer | 220,1 | V | I/U | V | I/U |
| Godsbanen, bro 20472, Mindre ændringer | 1,1 | V | I/U | V | I/U |
| Vejde Kommune | | | | | |
| Børkop Station, bro 20521, Ny gangbro etableres i forbindelse med elektrificeringen, og broen forlænges i hastighedsopgraderingen | 11,8 | V | I/U | V | I/U |
| Støttevæg, Engade, højre side | 12,0 | V | L | L | I/U |
| Motortrafikvej 28, bro 20528, Sporet sænkes | 13,0 | L | I/U | L | I/U |
| Støttevæg, Toftumvej, venstre side | 13,1 | V | I/U | M | I/U |
| Støttevæg, Toftumvej, højre side | 13,2 | V | I/U | L | I/U |
| Sellerupvej, bro 20532, Broen udvides | 14,8 | M | I/U | L | I/U |
| Støttevæg, Sellerup Vangvej, højre side | 15,3 | L | I/U | L | I/U |
| Brejning Station | 15,6 | V | I/U | M | I/U |
| Hedensted Kommune | | | | | |
| Støttevæg, Søværvej, højre side | 38,4 | V | I/U | M | I/U |
| Støttevæg, Søværvej, venstre side | 38,4 | V | I/U | L | I/U |
| Støttevæg, V. Hedensted Skovvej, venstre side | 39,0 | V | I/U | M | I/U |
| V. Hedensted Skovvej, bro 20639, Ny bro opføres | 39,0 | L | I/U | L | I/U |
| Støttevæg, Overholmvej, højre side | 39,7 | V | I/U | M | I/U |
| Overholmvej, bro 20640, Ny bro opføres | 40,1 | L | I/U | V | I/U |
| Hedensted Station, bro 20641, Bro hæves | 40,9 | V | I/U | M | I/U |
| Østerbrogade, bro 20642, Ny bro hæves | 41,0 | V | I/U | V | I/U |

| | | Mens banen bygges | | | Når banen står færdig |
|---|------|-------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Lokalitet | Km | Vibrationer | Støj - hverdage Kl. 07-18 | Støj - aften, nat og weekend | Vibrationer |
| Bredgade, bro 20644, Ny bro opføres | 41,1 | V | I/U | V | I/U |
| Støttevæg, Hedensted, venstre side | 41,1 | V | L | M | I/U |
| Støttevæg, Hedensted, mellem spor | 41,2 | V | L | L | I/U |
| Støttevæg, Hedensted, venstre side | 41,3 | V | I/U | L | I/U |
| Støttevæg, Hedensted, venstre side | 41,3 | V | I/U | L | I/U |
| Hovedvej A10, bro 20648, Sporet sænkes | 41,4 | I/U | I/U | V | I/U |
| Støttevæg, Hedensted, højre side | 41,4 | V | L | V | I/U |
| Støttevæg, Løsningvej, højre side | 42,0 | V | I/U | V | I/U |
| Støttevæg, Løsningvej, højre side | 42,1 | V | I/U | M | I/U |
| Støttevæg, GM Plast, venstre side | 42,2 | V | I/U | V | I/U |
| Gesagervej, bro 20653, Sporet sænkes | 42,3 | L | I/U | M | I/U |
| Remmerlundsvej, bro 20654, Ny bro opføres | 43,9 | L | I/U | M | I/U |
| Horsens Kommune | | | | | |
| Støttevæg, Vestvejen, mellem spor | 49,4 | L | I/U | V | I/U |
| Sverigesvej, bro 20681, Sporet sænkes | 55,6 | V | I/U | V | I/U |
| Ringvejen, bro 20682, Sporet sænkes og fundamentet forstærkes | 56,1 | I/U | I/U | V | I/U |
| Silkeborgvej, bro 20696, Mindre ændringer | 58,7 | V | I/U | V | I/U |
| Støttevæg, Kannerupvej, højre side | 63,5 | V | I/U | L | I/U |
| Støttevæg, Serridslevvej, højre side | 65,4 | V | I/U | L | I/U |
| Helmesvej, bro 20744, Mindre ændringer | 69,3 | L | I/U | L | I/U |

3 Lovgrundlag

3.1 Grænseværdier for støj i anlægsfasen

Støj, vibrationer og støv fra bygge- og anlægsarbejder reguleres efter miljøbeskyttelseslovens § 7 /5/, hvorefter miljø- og fødevareministeren kan fastsætte regler om anmeldelse af midlertidig placering og anvendelse af anlæg, transportmidler, mobile anlæg, maskiner og redskaber, der kan medføre forurening, herunder om vilkår for disses placeringer og anvendelse.

Jf. Bekendtgørelse nr. 467 om miljøregulering af visse aktiviteter /6/, skal støv- og støjfrembringende bygge- og anlægsaktiviteter anmeldes til kommunen senest 14 dage før aktiviteten påbegyndes.

Bekendtgørelsen fastsætter bl.a. regler om, at kommunerne kan udarbejde forskrifter for miljøregulering af midlertidige aktiviteter.

Skanderborg Kommune har udarbejdet forskrift for udførelse af midlertidige bygge- og anlægsaktiviteter, der udover krav om anmeldelse også fastsætter støjgrænseværdier og begrænsning af arbejdstider mv.

Fredericia, Vejle og Hedensted kommuner har som del af anmeldelsen bl.a. angivet begrænsning af arbejdstider, mens Horsens og Aarhus kommuner kun har udarbejdet skema for anmeldelse af midlertidige aktiviteter.

Støj fra projektets anlægsarbejder er vurderet i forhold til støjgrænseværdier fastlagt jf. Banedanmarks GAB Miljø /7/:

| | |
|---|-------|
| Mandag-fredag, kl.7.00-18.00 og lørdage kl. 7.00-14.00: | 70 dB |
| Udenfor dette tidsrum samt søn- og helligdage: | 40 dB |

Ovennævnte støjgrænseværdier er ækvivalente, korrigerede og A-vægtede støjniveauer og gælder ved boligernes facader og tilsvarende støjfølsomme områder.

| | |
|---|-------|
| Maksimalværdi af støjniveauet, nat kl. 22-07: | 55 dB |
|---|-------|

Ovennævnte er den A-vægtede maksimalværdi af støjniveauet med tidsvægtning "fast".

Støjgener kan begrænses ved hensigtsmæssig planlægning, ved anvendelse af mindre støjende arbejdsprocesser og maskiner - eller ved midlertidig afskærmning af arbejdsprocesserne. I områder hvor støjgener ikke kan undgås, vil de berørte naboer løbende blive informeret om igangværende og planlagte støjende anlægsaktiviteter.

3.2 Grænseværdier for vibrationer i anlægsfasen

Grænseværdier for bygningskadelige vibrationseffekter er ikke reguleret ved lov, men vurderes jf. dansk praksis iht. standarden DIN 4150-3 /8/, som der refereres til i Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997 /9/. Grænseværdierne fremgår desuden af Banedanmarks GAB-Miljø /7/.

I Tabel 17 ses de maksimale vibrationshastigheder der må forekomme (<10 Hz) ved bygningers fundament for normale, vibrationsfølsomme og industrielle bygningskonstruktioner. Grænseværdierne er fastsat ved frekvensafhængige kurver, der stiger som funktion af den dominerede frekvens for vibrationspåvirkningen. For en vibrationspåvirkning over 100 Hz anvendes konservativt en grænseværdi svarende til værdien ved netop 100 Hz.

Tabel 17: Maksimale vibrationshastigheder (<10 Hz), v_{peak} [mm/s], jf. BDKs GAB-Miljø /7/.

| Anvendelse | v_{peak} [mm/s] |
|--|----------------------|
| Konstruktioner som i industribygninger og infrastrukturanlæg | 20 |
| Normale bygningskonstruktioner såsom almindeligt kontorbyggeri, lejlighedskomplekser og parcelhusbyggeri | 5 |
| Følsomme bygningskonstruktioner såsom bevaringsværdige bygninger | 3 |

Ejerne af de enkelte ejendomme udsat for en vibrationspåvirkning forårsaget af anlægsarbejdet er dog jf. Byggelovens LBK nr. 1185 § 12 af 19. oktober 2010 selv ansvarlige for, at ejendommenes funderingsforhold er i en forsvarlig byggeteknisk stand.

Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 /9/ fastsætter vejledende grænseværdier for vibrationskomfort og strukturlyd som tilsvarende for driftsfasen, se afsnit 3.4.

3.3 Grænseværdier for støj i driftsfasen

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner. De fremgår af et tillæg fra juli 2007 til Miljøstyrelsens vejledning nr. 1/1997 /10/. De vejledende støjgrænseværdier anvendes som grundlag ved vurdering af støjforhold ifm. planlægning og gælder for udlægning af nye støjfølsomme områder langs eksisterende jernbaner. De vejledende støjgrænseværdier benyttes også i forbindelse med strategisk støjarbejde f.eks. når antallet af støjbelastede boliger skal opgøres i forbindelse med miljøvurdering af konkrete projekter.

De vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner er angivet i Tabel 18.

Tabel 18: Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner. Støjgrænserne gælder for såkaldt 'frit felt', dvs. uden indregning af lydrefleksion fra boligens egen facade

| Områdetype | Vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner |
|--|---|
| Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser ol. | $L_{den} = 59$ dB |
| Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler ol. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og bydelsparker | $L_{den} = 64$ dB |
| Hoteller, kontorer mv. | $L_{den} = 69$ dB |

Der gælder desuden en vejledende grænseværdi $L_{Amax} = 85$ dB for det maksimale støjniveau ved den enkelte bolig.

3.3.1 Støjbelastede boliger

Hvis en bolig (eller anden støjfølsom bygning) udsættes for støj, der overstiger de vejledende grænseværdier, betragtes den som støjbelastet.

Boliger langs jernbaner betragtes derfor som støjbelastede, hvis støjen ved boligen, angivet som L_{den} , overstiger 64 dB eller, angivet som L_{Amax} , overstiger 85 dB.

Hvis parcel- og rækkehuse, stuehuse o.l. har en udnyttet tagetage, hvor støjen overstiger de vejledende grænseværdier, betragtes hele boligen som støjbelastet. Det gælder også, selvom grænseværdierne er overholdt ved stueetagen.

Støjundersøgelsen omfatter en opgørelse af antallet af støjbelastede boliger og andre støjfølsomme bygninger. De typer af bygningsanvendelse, der indgår, er baseret på oplysninger fra Bygnings- og Boligregistret, BBR.

Det er alene egentlige boligformål, der indgår i vurdering og beslutning om etablering af støjskærme, ligesom det også kun er boliger, der normalt kan få tilbud om tilskud til lydisolering. Derfor omfatter opgørelsen af antallet af støjbelastede boliger alene ejendomme til brug for helårsbeboelse.

3.4 Grænseværdier for vibrationer i driftsfasen

Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 /9/ fastsætter vejledende grænseværdier for vibrationskomfort og strukturlyd.

Menneskets følegrænse over for helkropsvibrationer er ca. 71-72 dB(KB). Miljøstyrelsen anfører i ovennævnte orientering om lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer, at der foreligger væsentlige ulemper, hvis grænseværdierne overskrides, og der er grundlag for begrænsende foranstaltninger.

De vejledende grænseværdier for vibrationskomfort, jf. Tabel 19, er knyttet til et indendørs lodret vibrationsniveau på gulv og er fastsat ud fra genevirkningen for mennesker. Grænseværdien gælder for den maksimale værdi for det KB-vægtede accelerationsniveau, L_{aw} , med tidsvægtning 'Slow' under togpassage. Grænseværdierne er generelle og knytter sig ikke specifikt til togtrafik.

Tabel 19: Vejledende grænseværdier for vibrationskomfort jf. orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 /9/.

| Områdetype | Vægtet accelerationsniveau, L_{aw} [dB(KB) re. 10^{-6} m/s ²] |
|---|--|
| Boliger i boligområde (hele døgnet), Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18-07, Børneinstitutioner og lignende | 75 |
| Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07-18, Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 80 |
| Erhvervsbebyggelse | 85 |

For bestemmelse af vibrationer fra jernbaner har Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for støjmålinger udarbejdet en præcisering /11/, der foreskriver, at det maksimale vibrationsniveau skal beregnes fra den togtype, der giver anledning til de kraftigste vibrationer. Hvis den maksimale vibrationspåvirkning ikke kan vurderes fra kun én togtype, kan det være nødvendigt at undersøge flere togtyper i hvert scenarie. Tilmed beskriver præciseringen, at der for beregningerne bør angives en tilhørende ubestemthed (halvdelen af et 90 % konfidensinterval), der i en planlægningssituation ikke indgår direkte i vurderingen, men indeholder information om beregningens kvalitet.

Den lavfrekvente strukturlyd vurderes ud fra Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier, som er gengivet i Tabel 20. Disse værdier sikrer, at 97 % af befolkningen ikke vil føle sig generet af påvirkningen, jf. orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 /9/.

Tabel 20: Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for strukturlyd og infralyd

| Anvendelse | | A-vægtet lydtrykniveau 10-160 Hz [dB(A) re. 20µPa] | G-vægtet lydtrykniveau 5-20 Hz [dB(G) re. 20µPa] |
|--|----------------------------|---|---|
| Beboelsesrum, herunder børne- institutioner og lignende | Aften/nat (kl. 18 - 07) | 20 | 85 |
| | Dag (kl. 07 - 18) | 25 | 85 |
| Kontor, undervisningslokaler og andre lignende støjfølsomme rum | | 30 | 85 |
| Øvrige rum i virksomheder | | 35 | 90 |

3.4.1 Vibrationsbelastede boliger

Hvis en nærliggende bebyggelse udsættes for et vibrationsniveau, der overstiger de vejledende grænseværdier for vibrationskomfort, betragtes den som værende vibrationsbelastet.

Som eksempel betragtes boliger i boligområder langs strækningen derfor som vibrationsbelastede, hvis niveauet for vibrationskomfort i boligen, angivet som L_{aw} , overstiger 75 dB(KB). Tilsvarende betragtes boliger som belastede hvis strukturlydsniveauet i aften- eller nattetimer overstiger 20 dB(KB).

Hvis grænseværdien for bygningskadelige vibrationer overskrides, vil vibrationskomforten med al sandsynlighed være belastet, hvorfor bygninger med risiko for bygningskader også betragtes som værende vibrationsbelastet.

4 Metode

4.1 Geografisk afgrænsning

For elektrificering af jernbanen finder miljøundersøgelserne sted fra Fredericia (km 1,7) til Aarhus (km 106,1). For hastighedsopgradering af jernbanen finder miljøundersøgelserne sted fra Fredericia (km 219,4) til Brejning (km 15,3) og fra Hedensted (km 38,0) til Hovedgård (km 70,5).

4.2 Miljøvurderingsmetode

Hvis der sker en påvirkning af miljøet, kan påvirkningen være lille, middel eller væsentlig:

- **Ingen/ubetydelig påvirkning:** Det vurderes at der er ingen eller kun en ubetydelig påvirkning af miljøet. Afværgeforanstaltninger er ikke nødvendige.
- **Lille påvirkning:** Der vurderes at være en påvirkning af kort varighed, i et lille område eller uden særlige interesser. *Afværgeforanstaltninger er ikke nødvendige.*
- **Middel påvirkning:** Der vurderes at være en påvirkning af en vis varighed, i et område af en vis størrelse eller med særlige interesser. *Afværgeforanstaltninger eller projektilpasninger overvejes.*
- **Væsentlig påvirkning:** Der vurderes at være en påvirkning af lang varighed, i et større område eller med væsentlige interesser. *Det vil blive vurderet, om påvirkningen kan undgås ved at ændre projektet, mindskes ved at gennemføre afværgeforanstaltninger, eller om der kan kompenseres for påvirkningen.*

Varigheden af en påvirkning samt størrelsen på området, der påvirkes, er vurderet individuelt for hvert miljøemne. Potentielle miljøpåvirkninger fra projektet vil blive sammenlignet med 0-alternativet. I vurderingen af virkningerne tages der højde for de indarbejdede afværgeforanstaltninger.

Elektrificeringsprojektet er en forudsætning for hastighedsopgraderingsprojektet. For elektrificeringen er alle projektets miljøpåvirkninger således blevet vurderet, mens det for hastighedsopgraderingen udelukkende er projektets merpåvirkning i forhold til elektrificeringen, der er vurderet.

Støj defineres generelt som uønsket lyd. Lyd måles i enheden decibel, forkortet dB. Der tages ved måling og beregning af støj hensyn til, hvordan det menneskelige øre opfatter lyd - kaldet A-vægtning - og resultatet angives normalt med enheden dB(A). I dette notat er anvendt betegnelsen dB, selvom der er tale om det A-vægtede støjniveau.

Decibel er en logaritmisk enhed, og hvis man adderer to lige store støjniveauer, vil det give et resultat som er 3 dB højere. Tilsvarende vil fordobling af en given aktivitet inden for referenceperioden, f.eks. trafikmængde pr. døgn, give et 3 dB højere støjniveau.

Den mindste ændring af støjen som det menneskelige øre kan opfatte, er en ændring på 1 dB, hvis to støjniveauer sammenlignes umiddelbart efter hinanden. En ændring på 1 dB betragtes derfor i praksis, ikke som en tydeligt hørbar ændring. En ændring af støjniveauet på 3 dB opfattes som tydeligt hørbar. En ændring på 8-10 dB opfattes som en halvering eller fordobling af støjen.

Støj fra vejtrafik og jernbaner udtrykkes med indikatoren L_{den} , som er årsmiddelværdien for en sammenvejning af støjen i tidsperioderne dag, aften og nat, idet der bruges et genetillæg til støjen i aften- og natperioden.

Støj fra virksomheder, anlægsaktiviteter o. lign. udtrykkes med indikatoren L_{Aeq} og opgøres som gennemsnit over referenceperioder med forskellig varighed for dag, aften og nat.

I dette notat anvendes følgende benævnelser:

- **Støj:** Generel betegnelse for støj fra vejtrafik, jernbaner, virksomheder og anlægsaktiviteter mv.
- **Støjpåvirkning:** Når støjen vurderes i forhold til boliger eller andre støjfølsomme områder
- **Støjniveau:** Om en konkret beregnet værdi af såvel L_{den} som L_{Aeq} og med enheden dB
- **Støjbelastet:** Hvis en bolig og/eller dens udendørs opholdsarealer udsættes for støj, der overstiger de fastlagte støjgrænseværdier, betragtes den som støjbelastet

4.3.1 Støj i anlægsfasen

Støj i anlægsfasen er vurderet på grundlag af beregning af støjdbredelsen fra udvalgte, meget støjende anlægsaktiviteter og opgørelse af antallet af boliger, der kan få en støjpåvirkning som er højere end støjgrænseværdien.

Der er ikke foretaget en detaljeret støjberegning for alle stadier og anlægsaktiviteter i hele anlægsfasen, idet det i praksis ikke vil være muligt, at opstille tilstrækkeligt nøjagtige beregningsforudsætninger på det foreliggende grundlag.

Støjberegningerne er udført med en simplificeret metode baseret på Miljøstyrelsens vejledning "Beregning af ekstern støj fra virksomheder" /12/, hvor:

- Aktiviteterne er i drift 100 % af tiden
- Der ikke tages hensyn til afskærmning og refleksion fra bygninger
- Det er forudsat at terrænet overalt er akustisk blødt

Beregningerne giver således et udtryk for støjniveauet i "worst case". Det er ganske få steder, at områder mellem jernbanen og boligbebyggelser er med overvejende hårdt terræn, så derfor vurderes udeladelse af denne korrektion ikke at have væsentlig påvirkning af resultatet. For boliger placeret bag første husrække vil støjniveauet kunne reduceres med min. 4-6 dB som følge af afskærmning. Refleksion af støjen mellem bygningsfacader vil ved tæt bebyggelse kunne øge støjniveauet med 1-2 dB.

Normalt vil aktiviteterne ikke være i 100 % drift idet der vil være flere pauser og flytning af maskiner inden for arbejdsområdet mv. En halvering af driftstiden for en given støjkilde eller anlægsaktivitet vil betyde, at støjniveauet reduceres med 3 dB.

Der er udvalgt en række aktiviteter, som vurderes at kunne give væsentlige støjpåvirkninger (Tabel 21).

Tabel 21: Udvalgte, meget støjende anlægsaktiviteter.

| Anlægsaktivitet | Anlægsmetode |
|--|--|
| Etablering af spunsvægge ved broer | Nedbringning af spuns ved ramning (eller vibrering), typisk ved broer ifm. sporsænkning eller brohævning. Varigheden af ramning af spuns ifm. anlæg eller ombygning af broer antages at være 2-4 døgn. Støjen indeholder tydeligt hørbare impulser, og resultater skal korrigeres med +5 dB. |
| Etablering af fundamenter for køreledningsmaster | Ramning af præfabrikerede fundamenter for køreledningsmaster. Varigheden af ramning af ét fundament er ca. 1-2 timer og der kan således rammes fundamenter langs ca. 1 km jernbane pr. døgn. Støjen indeholder tydeligt hørbare impulser og resultater skal korrigeres med +5 dB. |
| Sporopbygning, sporsænkning | Ved sporsænkning eller sporflytning. Kompaktering og stabilisering af ballast samt justering og slibning af spor mv. med skinnekørende maskine. Varigheden for sporsænkning eller sporflytning er antaget at være 1-2 måneder. |
| Konstruktionsarbejder, jordarbejder | Opbygning af nye broer, in-situ støbning, opsætning af betonelementer med mobilkran. Almindeligt entreprenørmateriel til jord- og vejarbejder. Varigheden ifm. anlæg eller ombygning af broer antages at være typisk fra 6-9 måneder. |
| Nedrivning af broer | Nedrivning med hydraulisk betonhammer, gravemaskine og lastbil. Varigheden af nedrivning af én bro antages at være ca. 1-2 dage. |

Ud over ovenstående anlægsaktiviteter/støjkilder vil der i anlægsfasen være en række arbejdsprocesser herunder arbejde på midlertidige byggepladser og arbejdskørsel til og fra byggepladser, som vurderes at have meget begrænset betydning for den samlede støjpåvirkning. Disse aktiviteter er i nærværende undersøgelse ikke behandlet yderligere, da det vurderes at støjen herfra ikke har væsentlig betydning i forhold til støjen fra de udvalgte anlægsaktiviteter.

Baseret på ovenstående støjkilder er det beregnet i hvilken afstand fra den pågældende anlægsaktivitet at støjniveauet er lig støjgrænseværdien for henholdsvis normal arbejdstid (70 dB) og øvrige tidsrum (40 dB). Denne afstand betegnes "grænseværdiafstanden".

Omfanget af arbejder, der skal udføres udenfor normal arbejdstid, er ikke endeligt afklaret, men der må forventes et vist omfang pga. planlagte sporspæringer i nat- og weekendperioder ved de fleste broer.

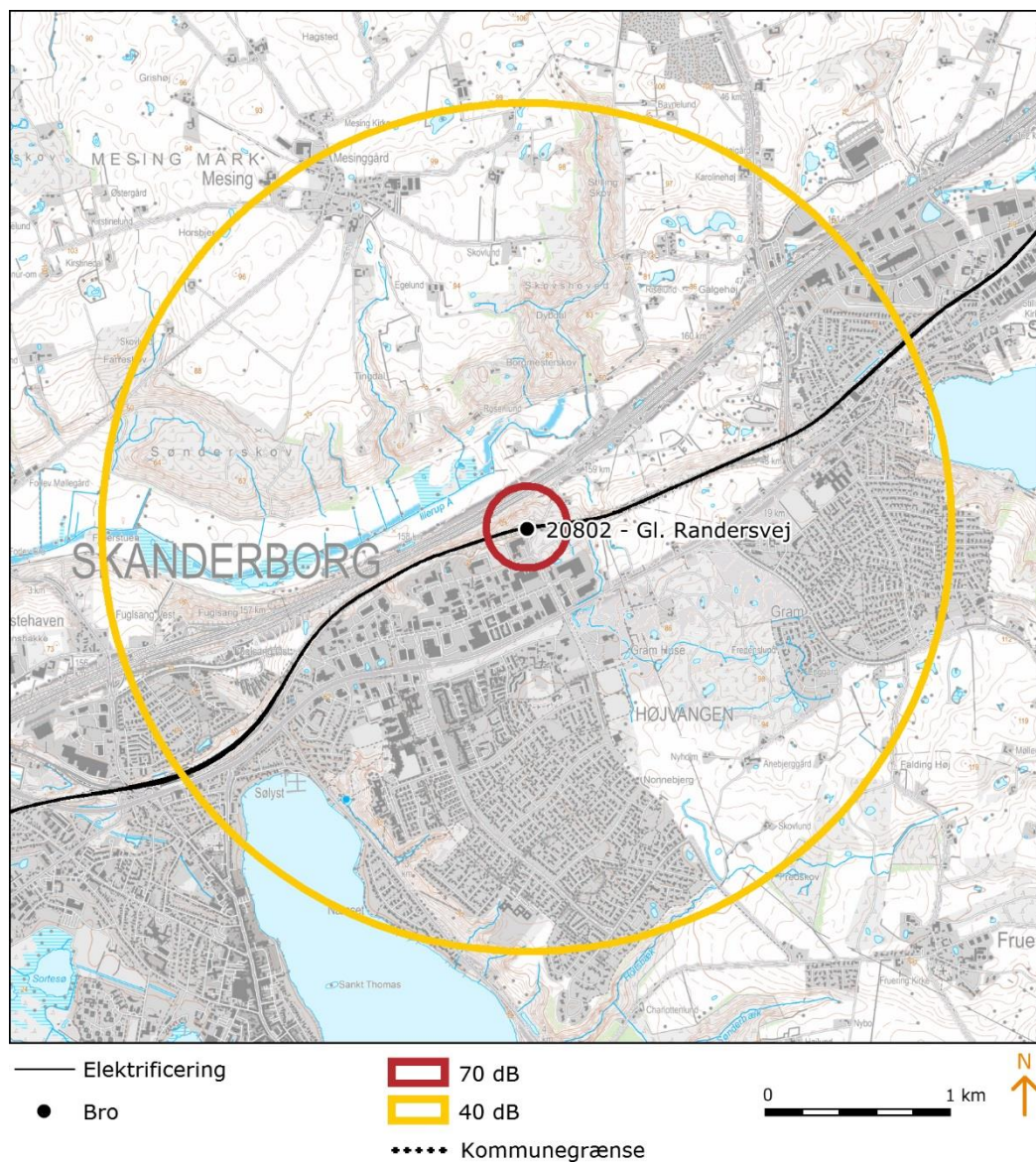
De beregnede grænseværdiafstande fremgår af Tabel 22.

Tabel 22: Grænseværdiafstande for udvalgte, meget støjende anlægsaktiviteter.

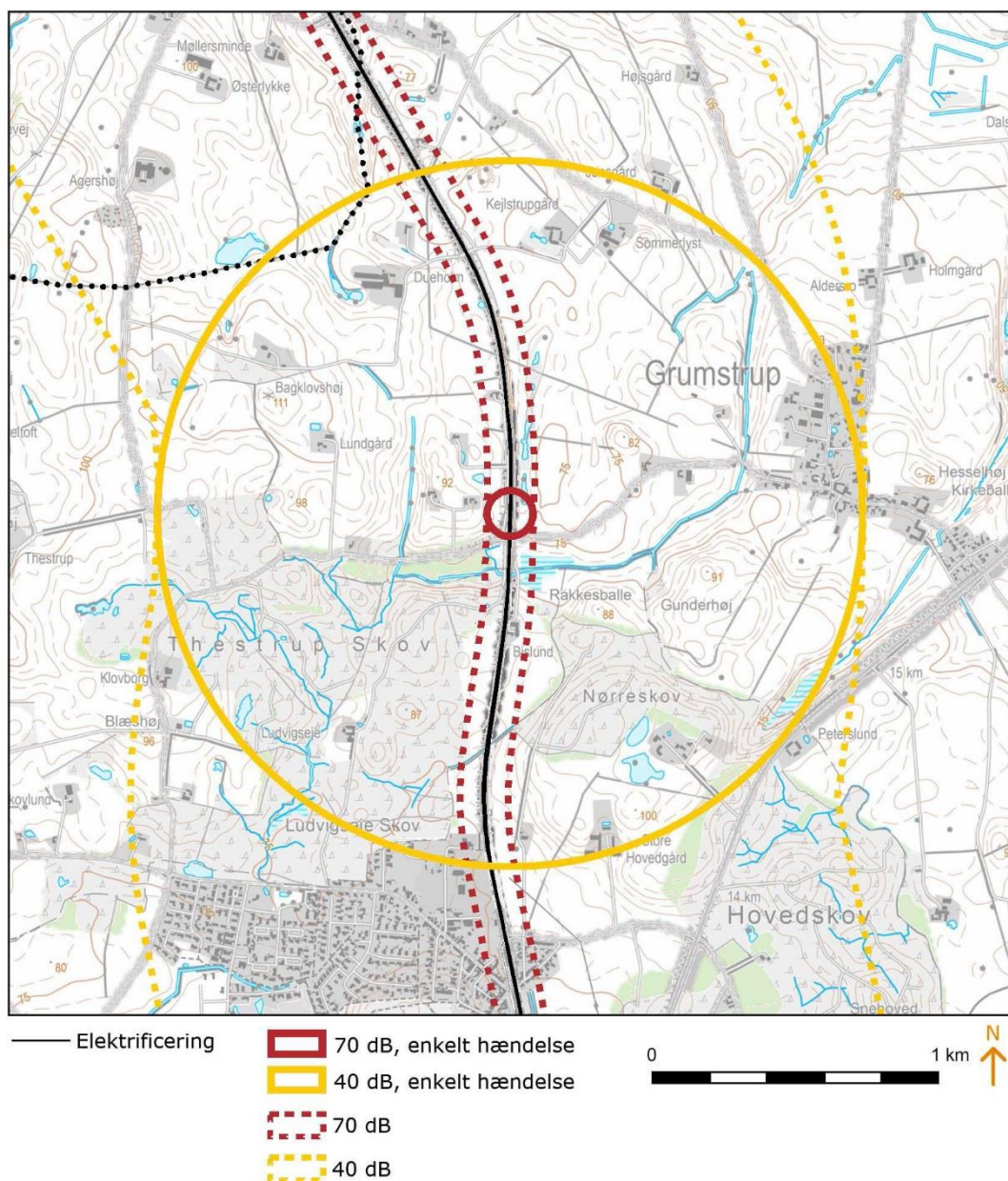
| Anlægsaktivitet | Lydeffekt | Grænseværdiafstand | |
|--|-----------------|--------------------|--------|
| | L _{WA} | 70 dB | 40 dB |
| Etablering af spunsvægge ved broer * | 125 dB | 220 m | 2300 m |
| Etablering af fundamenter for køreledningsmaster * | 115 dB | 80 m | 1230 m |
| Sporopbygning, sporsænkning | 110 dB | 25 m | 490 m |
| Konstruktionsarbejder, jordarbejder | 110 dB | 25 m | 500 m |
| Nedrivning af broer | 115 dB | 45 m | 730 m |

*) De anførte afstande er beregnet inkl. +5 dB genetillæg for støjens indhold af tydeligt hørbare impulser.

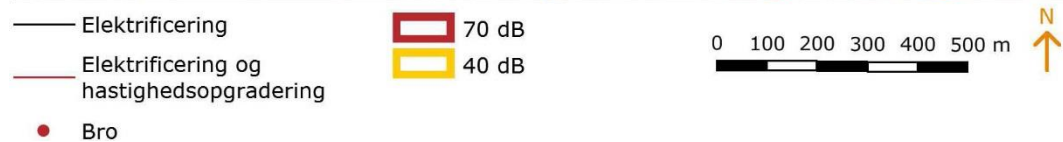
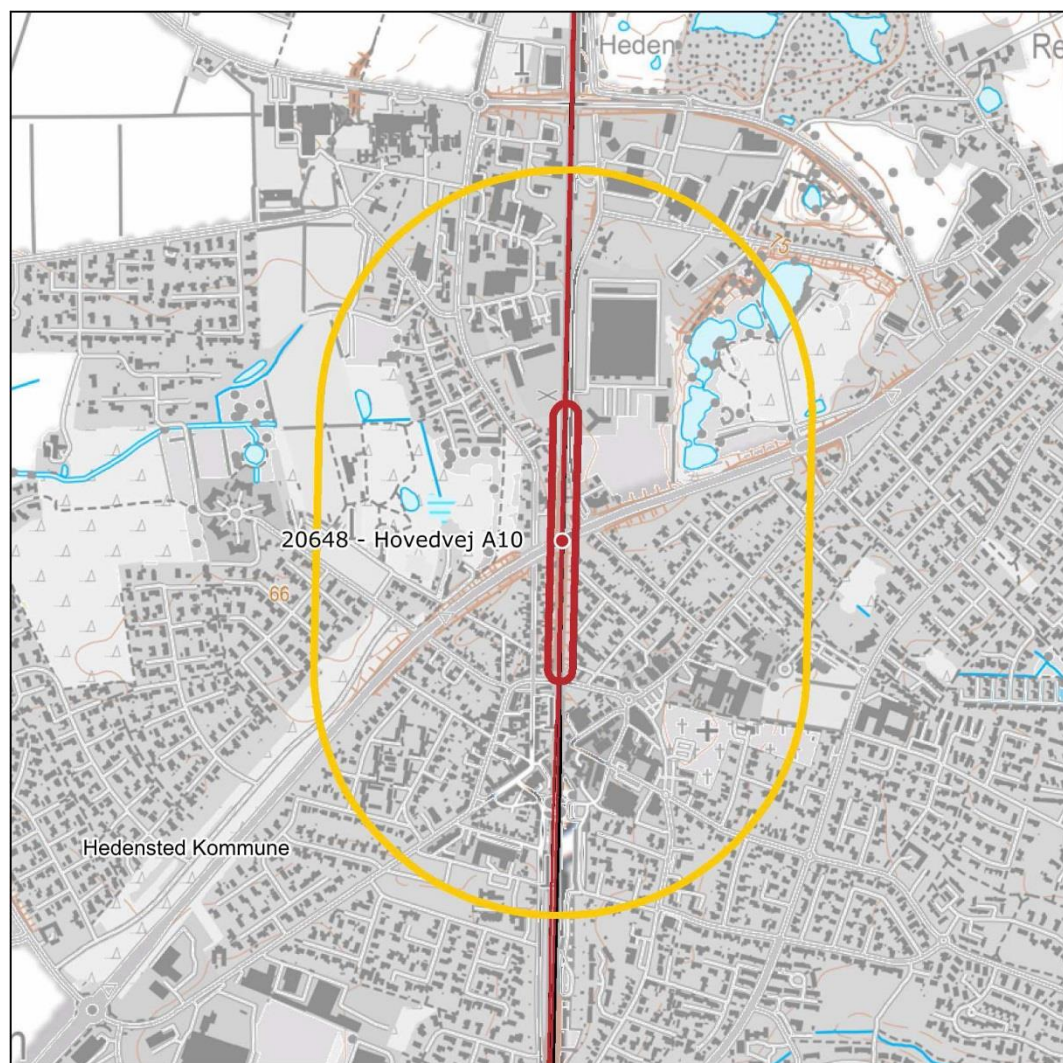
Af de følgende figurer (Figur 6-Figur 10) fremgår eksempler på grænseværdiafstanden for henholdsvis 70 dB og 40 dB for udvalgte, meget støjende anlægsaktiviteter ved forskellige lokaliteter.



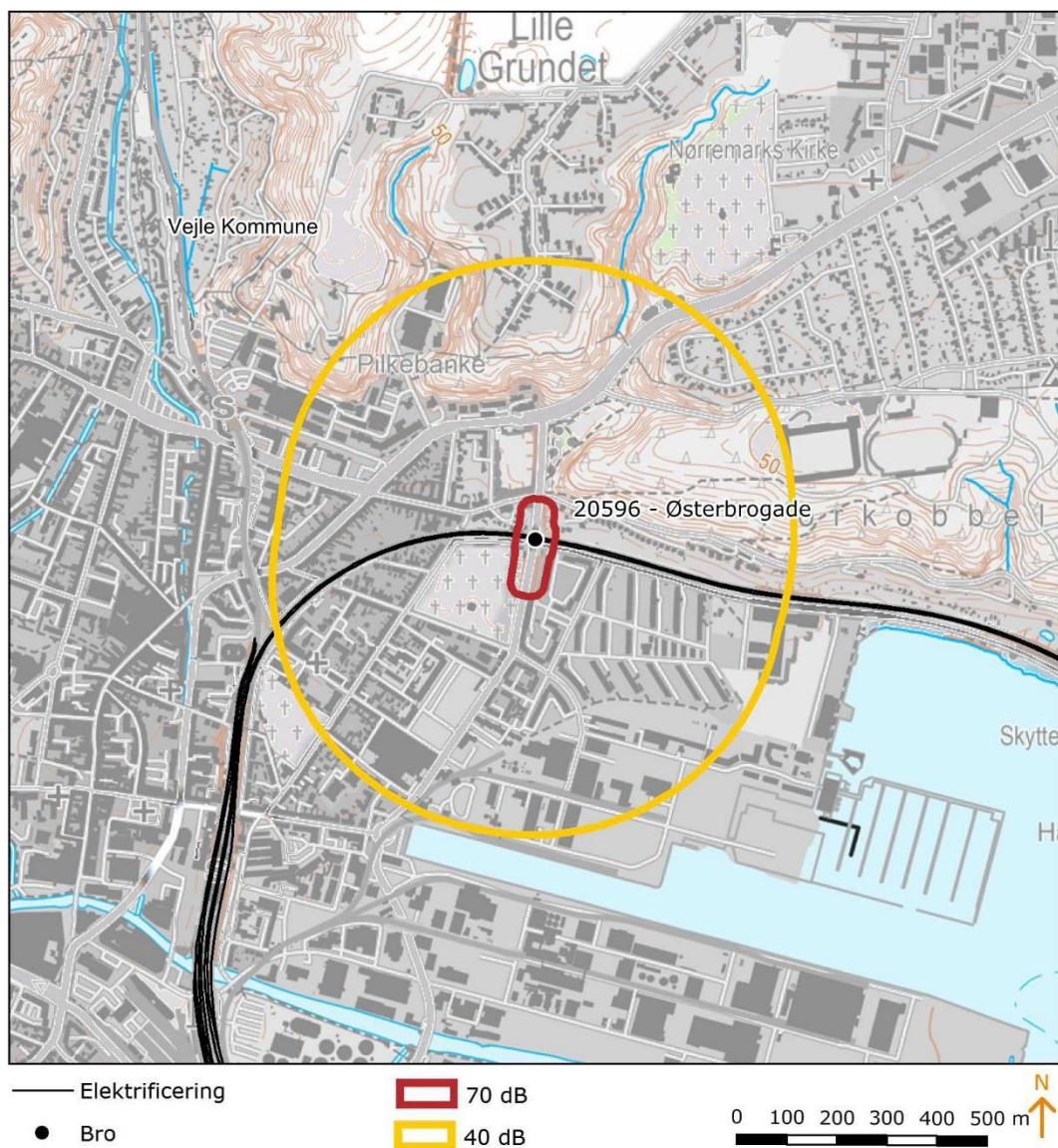
Figur 6: Typeeksempel, der viser hvor stor en støjdbredelse der kan forventes i forbindelse med ramning af spuns (Gl. Randersvej, Bro 20802). I det viste eksempel vil der være 2 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 70 dB (rød cirkel) og 4173 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 40 dB (gul cirkel).



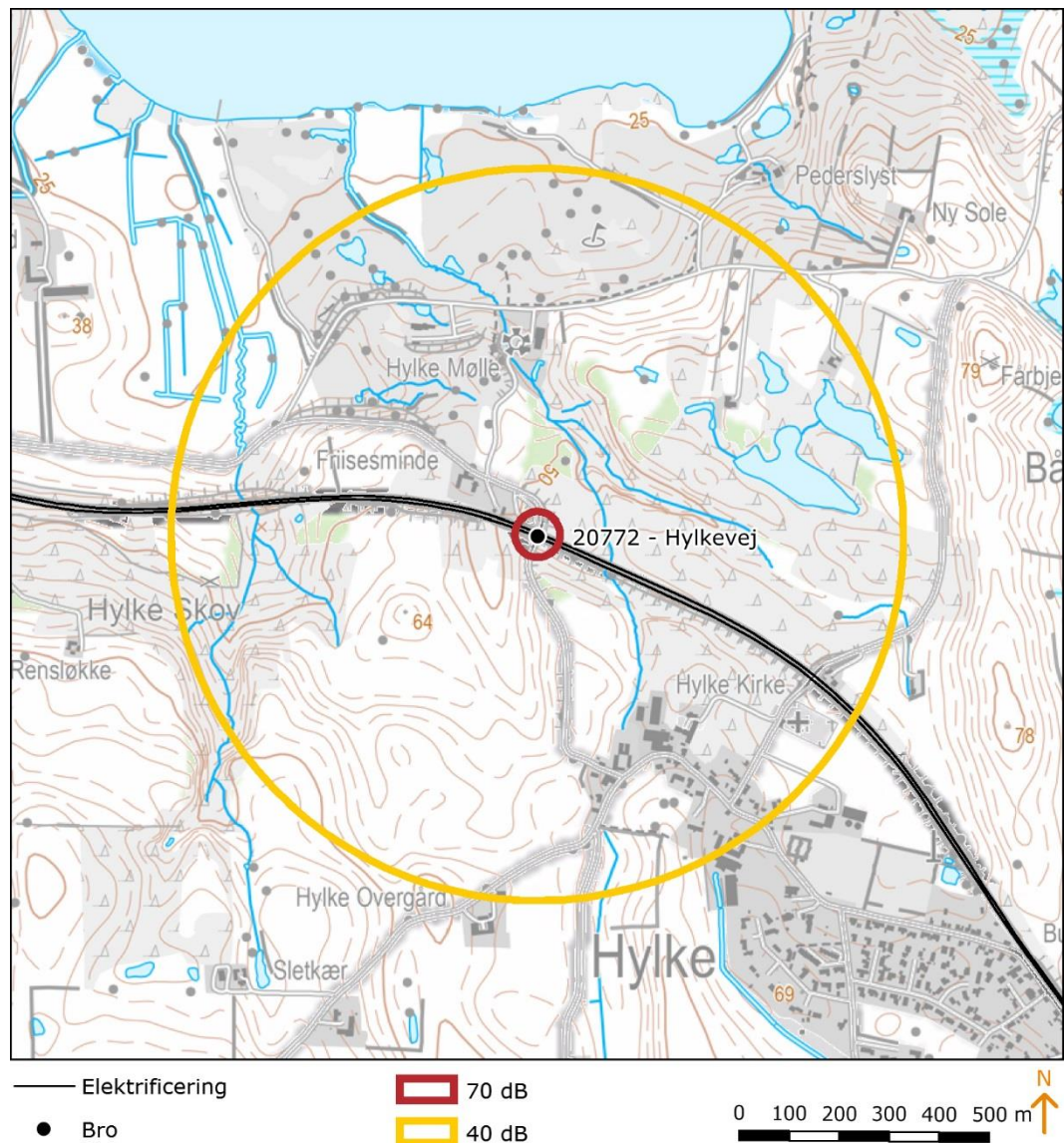
Figur 7: Typeeksempel, der viser hvor stor en støjudbredelse, der kan forventes i forbindelse med ramning af fundament til køreledningsmaster (nord for Hovedgård). I det viste eksempel vil der ikke være boliger inden for grænseværdiafstanden til 70 dB (rød cirkel). Der vil være 75 boliger inden for grænseværdiafstanden til 40 dB (gul cirkel). De stiplede linjer viser, hvor der kan være støjpåvirkede boliger inden for grænseværdiafstanden til henholdsvis 70 dB og 40 dB. Aktiviteten flyttes langs med jernbanen og da varigheden for ramning af et fundament antages at være 1-2 timer, vil der kunne rammes fundamenter langs ca. 1 km jernbane pr. døgn.



Figur 8: Typeeksempel, der viser hvor stor en støjdbredelse, der kan forventes i forbindelse med sporopbygning/sporsænkning (Hovedvej A10, Bro 20648). I det viste eksempel vil der være 3 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 70 dB (rød cirkel) og 883 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 40 dB (gul cirkel).



Figur 9: Typeeksempel, der viser hvor stor en støjdbredelse, der kan forventes at være i forbindelse fra brokonstruktion/jordarbejder (Østerbrogade, Bro 20596). I det viste eksempel vil der være 19 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 70 dB (rød cirkel) og 2590 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 40 dB (gul cirkel).



Figur 10: Typeeksempel, der viser hvor stor en støjdbredelse, der kan forventes i forbindelse med nedrivning af en bro (Hylkevej, Bro 20772). I det viste eksempel vil der ingen boliger være inden for grænseværdiafstanden til 70 dB (rød cirkel) og 30 boliger pr. døgn inden for grænseværdiafstanden til 40 dB (gul cirkel).

De viste grænseværdiafstande er beregnet for konstant drift (100 %) af de enkelte anlægsaktiviteter og angiver således en "worst case" situation, som kan forekomme i dagperioden og i aften-/natperioden.

Nogle anlægsaktiviteter vil være af kortere varighed f.eks. ramning af spuns og nogle vil være af længere varighed f.eks. konstruktions- og jordarbejder. De enkelte naboer vil i løbet af anlægsperioden opleve perioder med forskellig støjpåvirkning, men også perioder uden støj.

Støjpåvirkningen kvantificeres normalt ved at opgøre antallet af støjpåvirkede boliger dvs. boliger, hvor støjniveauet er højere end støjgrænseværdien. Da støjgrænseværdier (afsnit 3.1) gælder for et døgn bør resultatet derfor betragtes som antal boliger pr. døgn. Der findes ingen grænseværdier eller retningslinjer for opgørelse af støjpåvirkningen over længere perioder.

Ved hjælp af GIS (Geografisk Informations System) er antallet af boliger, som kan være støjpåvirkede som følge af forskellige meget støjende anlægsaktiviteter, opgjort inden for de beregnede grænseværdiafstande til henholdsvis 70 og 40 dB.

Adresser med anvendelse til helårsbolig er udvalgt via data fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) og inddateret i GIS. Herefter er antallet af boliger pr. døgn opgjort indenfor de beregnede grænseværdiafstande for de støjende anlægsaktiviteter ved udvalgte broer samt etablering af fundamenter til køreledningsmaster mv.

Ved vurdering af miljøpåvirkningen³ som følge af støj i anlægsfasen indgår varigheden af de støjende aktiviteter. F.eks. vurderes støj fra konstruktionsarbejder over en periode på to måneder at være mere generende end et væsentligt højere støjniveau fra ramning af spuns som kun varer i to dage.

Miljøpåvirkningen er karakteriseret ud fra antallet af støjpåvirkede boliger pr. døgn og aktivitetens forventede varighed, normeret til én måned:

- Ingen/ubetydelig påvirkning - færre end 10 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden
- Lille påvirkning - færre end 300 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden
- Middel påvirkning - 300-600 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden
- Væsentlig påvirkning - flere end 600 boliger pr. måned, hvor støjniveauet er over 70 dB i dagperioden eller over 40 dB i natperioden

4.3.2 Støj i driftsfasen

Vurdering af de støjmæssige konsekvenser er undersøgt for de dele af jernbanestrækningen mellem Fredericia og Aarhus, hvor der foretages hastighedsopgradering (km 219,5 til km 15,3 og km 38,1 til km 70,6). Hastighedsopgraderingen forudsætter elektrificering af strækningen og de varige påvirkninger som følge af elektrificeringsprojektet indregnes således i vurderingen af hastighedsopgraderingen. De støjmæssige effekter fra elektrificeringsprojektet er dermed ikke behandlet selvstændigt.

De støjmæssige konsekvenser i driftsfasen er undersøgt ved at opgøre antallet af støjbelastede boliger langs jernbanen.

Støjniveauet er beregnet ved brug af beregningsmetoden NORD2000 /13/. Støjen er beregnet som årsmiddelværdien (L_{den}) og maksimalværdien (L_{Amax}).

Årsmiddelværdien L_{den} er en sammenvejning af støjen i perioderne dag (kl. 07-19), aften (kl. 19-22) og nat (kl. 22-07) hver for sig, hvor støjen i natperioden er tillagt 10 dB, og støjen i aftenperioden er tillagt 5 dB.

³ se afsnit 4.1 vedr. miljøvurderingsmetode.

Hensigten er, at den beregnede middelværdi for hele døgnet skal afspejle, at støj om aftenen og om natten er mere generende end støj om dagen.

Maksimalværdien L_{Amax} for støj fra forbigående tog er et udtryk for det maksimale støjniveau ved én togpassage.

Støjberegningerne er baseret på en topografisk 3D-model i en korridor langs jernbanestrækningen, som dækker 500 m på hver side af jernbanen.

Modellen er baseret på højdedata fra den danske højdemodel, DHM-2007. I modellen er hårde overflader som parkeringspladser, banempladsområder, industriområder, bymidter m.m. forudsat at være akustisk hårde (reflekterende), mens alle øvrige områder er forudsat at være akustisk bløde (absorberende).

Bygninger, banetracé, støjskærme og andre relevante objekter som har betydning for støjens udbredelse og afskærmning er indarbejdet i beregningsmodellen. Bygningsgeometrierne er jf. GeoDanmark og er sammenkørt med adresse- og bygningsdata fra Bygnings- og Boligregistret (BBR).

Det eksisterende banetracé og støjskærme er indhentet fra Banedanmarks sporplaner.

Alle beregninger er foretaget ved hjælp af softwareprogrammet SoundPLAN ver. 7.4 med opdatering dateret 03.05.2016.

Støjen (L_{den} og L_{Amax}) er beregnet som facadestøjniveauer (Facade Noise Map) i punkter fordelt langs facaden og for hver etage på alle bygninger med anvendelse til boligformål. Resultater beregnet i facadepunkter er friholdt for refleksioner fra "egen" bygningsfacade og der er således tale om fritfeltsværdier, der umiddelbart kan vurderes i forhold til støjgrænseværdier. Resultaterne af facadestøjberegningerne anvendes til at opgøre antallet af støjbelastede boliger langs banen samt beregning af støjbelastningstallet (SBT) indenfor undersøgelsesområdet eller udvalgte delområder ved f.eks. vurdering og beslutning om etablering af støjafskærmning.

4.3.2.1 Opgørelse af antal støjbelastede boliger

Optælling af antallet af støjbelastede boliger dvs. boliger, der belastes med støjniveauer over årsmiddelværdien 64 dB (L_{den}) eller maksimalværdien 85 dB (L_{Amax}), er baseret på de beregnede facadestøjniveauer.

Beregningsresultaterne eksporteres fra SoundPLAN og overføres til tabeller i en database. Via en række forespørgsler udtrækkes det maksimale beregnede støjniveau (resultatpunkt) pr. bolig.

Hvert resultatpunkt knyttes via bygningens entydige id til BBR-oplysninger, hvorved antallet af støjbelastede boliger (eller anden støjfølsom bygningsanvendelse) kan beregnes. Beregning af SBT foretages ud fra det beregnede støjniveau ved den enkelte bolig/etage.

Antallet af støjbelastede boliger summeres og opgøres i 5 dB-intervaller. Via databasen er det muligt at generere forskellige rapporter med antal støjbelastede boliger og SBT, fordelt på bygningsanvendelse og opgjort pr. kommune eller andre udvalgte delområder.

4.3.2.2 Støjbelastningstal SBT

Den samlede støjbelastning – og dermed støjgene – i et område kan beskrives ved det såkaldte støjbelastningstal (SBT). SBT er en vægtet sum af antallet af boliger, der udsættes for støj over den vejledende grænseværdi i et givet område, hvor de mest støjbelastede boliger vejer tungest. Til vægtningen benyttes en genefaktor, som afhænger af støjniveauet (L_{den}) beregnet ved den enkelte bolig. Genefaktoren er et indeks, der udtrykker hvor generende et givet støjniveau føles for beboerne ved brug af have, altan, åbning af vinduer, telefonsamtaler, almindelig samtale og brug af radio og fjernsyn. SBT kan bruges til at sammenligne den støjmæssige konsekvens af forskellige alternativer eller i forskellige områder. Et støjbelastningstal tæt ved 0 er således udtryk for, at et boligområde ikke er støjbelastet.

4.3.2.3 Kriterium for etablering af støjskærme

Banedanmark anvender et objektive kriterium som grundlag for beslutninger om, hvor der skal etableres støjskærme langs jernbanen. Kriteriet er baseret på et beregnet støjbelastningstal, som er normeret til en strækninglængde på 1 km (SBT/km). Hvis $SBT/km \geq 8$ skal det overvejes om der kan etableres en støjskærm ved et boligområde. Hvis der er boligområder langs jernbanen, hvor SBT/km er stor, men <8 , undersøges det, om eventuelle kortere delstrækninger inden for boligområdet (dvs. en tættere bebyggelsesgrad) kan overholde kriteriet.

Ved fritliggende boligejendomme eller øvrige boligområder, hvor $SBT/km < 8$, kan lydisolering af bygningsfacader (typisk udskiftning af vinduer) bringes i anvendelse, men ikke etablering af støjskærme.

For at opnå tilstrækkelig virkning af en støjskærm skal den føres et stykke forbi første og sidste bolig i området langs jernbanen dvs. være længere end udstrækningen af boligområdet. Det er den aktuelle placering af boligerne og afstanden til banen, som er afgørende, men typisk 50-75 m og i visse tilfælde mere. Som udgangspunkt etableres der ikke skærme kortere end ca. 300 m, med mindre der kan påvises et særligt grundlag herfor. Endvidere bør skærmen dæmpe støjen med mindst 5 dB ved de pågældende boliger - dvs. en oplevet væsentlig reduktion af støjen.

4.3.2.4 Beregningsforudsætninger

Der er for undersøgelser af udbygning eller nybygning af banestrækninger opstillet en række fælles forudsætninger for beregning og vurdering af støj. De fælles beregningsforudsætninger er beskrevet i et teknisk notat fra Vejdirektoratet /14/.

Støjberegningerne udføres for tre situationer:

- Dagens situation år 2016
- 0-alternativ år 2030
- Fremtidssituation år 2030

Ved støjberegningerne anvendes trafikmængder (togkilometer/døgn), togtyper og hastigheder.

Det er jf. forudsætningsnotatet /14/ forudsat, at 85 % af togene kører med køreplanshastigheden, og at 15 % kører med den maksimalt tilladte strækningshastighed eller den maksimale togtypehastighed, hvis denne hastighed er lavere. Da der ikke findes tilgængelige data vedr. køreplanshastigheden i fremtidens situation, er der som køreplanshastighed anvendt 90 % af den maksimalt tilladte hastighed på strækningen.

Dele af undersøgelsesområdet omfatter stationsnære områder. For at indregne dette indgår hastighederne for standsende tog omkring stationer jf. forudsætningsnotatet /14/.

Siden 1986 har Banedanmark opstillet et stort antal støjskærme langs de eksisterende jernbaner i hele Danmark. I det omfang, at støjskærmene ikke har kunnet støjbeskytte alle støjbelastede boliger, har Banedanmark tilbudt tilskud til supplerende lydisolering af boliger.

I støjberegningerne er der medtaget fem eksisterende støjskærme på de delstrækninger som hastighedsopgraderes (Tabel 23).

Tabel 23: Eksisterende støjskærme langs delstrækninger som hastighedsopgraderes.

| Sted | Km fra | Km til | Side | Længde |
|-----------|--------|--------|---------|--------|
| Børkop | 10,625 | 10,925 | Venstre | 300 |
| Børkop | 11,810 | 12,410 | Højre | 600 |
| Børkop | 11,910 | 12,410 | Venstre | 500 |
| Hedensted | 40,960 | 41,365 | Venstre | 405 |
| Hedensted | 40,970 | 41,435 | Højre | 465 |

4.3.2.5 Dagens situation

Trafikmængder for dagens situation er baseret på år 2014 jf. oplysninger fra Trafik og Byggestyrelsen, leveret af Banedanmark og fremgår af Tabel 24.

Tabel 24: Trafikmængder i togkilometer/døgn år 2014.

| Strækning | Moderne togsæt IC/Re | Moderne togsæt Lokal | Ældre togsæt | Godstog |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|---------|
| Fredericia-Vejle | 13,4 | - | 0,8 | 1,7 |
| Vejle-Skanderborg | 11,2 | - | - | 0,5 |
| Skanderborg-Aarhus H | 11,2 | 3,3 | - | 0,5 |

For start/stop ved stationer er den enkelte togtypes reducerede hastighed for hvert spor inddateret på opdelte sektioner før og efter stationen jf. Tabel 25.

Tabel 25: Anvendt hastighed (km/t) for standsende tog i afstand til station år 2014.

| Strækning | Deceleration | | | Acceleration | | |
|-----------------------|------------------|----------------|------------|--------------|----------------|------------------|
| | 2.000-1.000 m | 1.000-500 m | 500-0 m | 0-500 m | 500-1.000 m | 1.000-2.000 m |
| Lyntog/IC-tog IR4/IC3 | 175 | 130 | 80 | 70 | 95 | 115 |
| Konv. matr. EA/ME | 140 | 100 | 70 | 75 | 95 | 115 |
| Togsæt; MR/MRD | 100 | 90 | 70 | 75 | 75 | 90 |
| Togsæt; Lokaltog | 100 | 90 | 75 | 55 | 75 | 90 |
| Godstog; EG/EA/ME | 100 | 90 | 55 | 35 | 50 | 60 |

4.3.2.6 0-alternativ

Trafikmængden i 0-alternativet er den samme som i fremtidens situation, men med hastigheder som i dagens situation. I 0-alternativet anvendes dieseldrevet materiel.

4.3.2.7 Fremtidens situation

Det trafikale grundlag til beregning af støj fra jernbanen er baseret på prognoser for år 2027 jf. notat "Støjgrundlag Hastighedsopgradering Fredericia-Aarhus" /15/. Af dette notat fremgår såvel togmængder som standsemønstre og hastighed ved stationer.

Trafikmængder for fremtidens situation fremgår af nedenstående Tabel 26.

Tabel 26: Trafikmængder i togkilometer/døgn år 2027.

| Strækning | Fremtidige togsæt ICX | Moderne togsæt ET | Lokale togsæt Lint | Godstog EG |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|
| Fredericia-Vejle | 13,2 | 13,4 | - | 3,4 |
| Vejle-Skanderborg | 13,2 | 8,3 | - | 3,4 |
| Skanderborg-Aarhus H | 13,2 | 8,3 | 3,4 | 3,4 |

For tog, der kører med hastigheder over 180 km/t, vil bremse- og accelerationslængderne være betydeligt større end det fremgår af Tabel 25.

Banedanmark har i forudsætningsnotatet /14/ udarbejdet hastighedsprofiler for en fremtidig togtype (ICX) med hastighed og længde for nedbremsnings- og accelerationszonerne.

Der er dog ingen stationer på de strækninger (mellem Brejning og Hatting samt Hansted og Hovedgård), hvor der køres med hastigheder over 180 km/t og som sådan ikke behov for anvendelse af de udarbejdede hastighedsprofiler.

Ved den station (Horsens), hvor en del af højhastighedstogene standser, er hastigheden under 180 km/t og der er anvendt de i Tabel 25 viste hastigheder.

4.4 **Vibrationer**

Elektrificering og hastighedsopgradering af strækningen Fredericia-Aarhus vil føre til en forandret vibrationspåvirkning i forhold til dagens situation, som udbreder sig til det eksterne miljø. I overensstemmelse med orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 /9/ inddes vibrationsrelaterede påvirkninger normalt i følgende kategorier:

- Vibrationskomfort angiver belastningsniveauer, der generer opholdskomforten for de mennesker, der opholder sig i udsatte bygninger.
- Strukturlyd forårsages af vibrationer, der omsættes til lavfrekvente lydsvingninger i en bygning, ved at vægge og gulve sættes i svingninger og dermed principielt virker som en højttaler.
- Infralyd er lyd med en frekvens lavere end 20 Hz og udgør således den dybe del af det lavfrekvente område.
- Bygningsskadelige vibrationer medfører strukturelle skader på en bygning, og til trods for, at vejledende grænseværdier overholdes, udelukker det ikke, at der kan ske kosmetiske skader såsom revner i stuk, lofter, puds m.m. på den udsatte bygning, ligesom vibrationer kan fremskynde skader, som ellers ville ske på et senere tidspunkt.

4.4.1 **Vibrationer i anlægsfasen**

Vibrationspåvirkningen fra aktiviteter i anlægsfasen vurderes på baggrund af erfaringsværdier fra anlægsarbejder generelt i forhold til risikoen for bygningsskader, samt komfortmæssige vibrationsgener i nabobebyggelser. Vurderingen foretages med fokus på anlæg, der indbefatter vibrationstunge arbejder registreret inden for en afstand af 200 m til nabobebyggelser.

Vurderingen af vibrationspåvirkningen i nabobebyggelser for hver af de undersøgte vibrationstunge anlægsaktiviteter foretages ud fra en kritisk grænseværdiafstand til den pågældende aktivitet, hvor grænseværdierne for henholdsvis bygningsskadelige vibrationer og vibrationskomfort jf. afsnit 3.2 og 3.4 netop forventes overskredet. Vurderingen baserer sig på kildestyrker for de undersøgte anlægsaktiviteter, og bygningers forudsatte dynamiske egenskaber.

Vurdering af vibrationsudbredelse fra anlægsarbejder er forbundet med en betydelig usikkerhed, da undergrundens beskaffenhed har stor indflydelse på vibrationsudbredelsen, ligesom bygningers konstruktion responderer forskelligt på vibrationspåvirkningerne.

I forbindelse med elektrificeringen vurderes spor- og konstruktionsrelaterede anlægsaktiviteter jf. Tabel 27 at været forbundet med størst risiko for vibrationsgener. For hastighedsopgraderingen vurderes tilsvarende, at den største risiko for vibrationsgener vil forekomme fra anlægsaktiviteterne præsenteret i Tabel 28.

Betragtes udelukkende anlægsaktiviteten er ramning af spuns den mest belastende aktivitet, men risikoen for vibrationsgener, vurderes i kombination med afstand og bygningstype, hvorfor spunsning ikke nødvendigvis er mest kritisk i alle tilfælde.

De endelige beregningsresultater er angivet som antallet af selvstændige ejendomme, der befinder sig inden for den estimerede grænseværdiafstand, og dermed overskrider de respektive grænseværdier.

Strukturlyd og infralyd er ikke behandlet for anlægsfasen, da generne normalt vil være betydeligt mindre end for den luftbårne støj.

Tabel 27: Vibrationstunge anlægsaktiviteter relateret til elektrificeringen.

| ID | Anlæg | Anlægsaktivitet |
|-----------|--|---|
| EP-I | Etablering af fundamenter for køreledningsmaster | Ramning af præfabrikerede betonpæle ved sporkørende rammemaskine. Alternativt kan pæle støbes i forborede huller hvorved der ikke forventes nogen vibrationsbelastning. |
| EP-II | Ny sporunderbygning ved sporsænkning | Kompaktering af ballast under genindbygning af skærver ved anvendelse af skinnekørende vibreringsmaskine. |
| EP-III | Spuns arbejde ved broer ¹⁾ | Nedbringning af spuns ved ramning henholdsvis vibrering. |
| EP-IV | Etablering af pælefundamenter ved broer | Nedbringning af fundamentspæle ved ramning. Alternativt kan pæle støbes i forborede huller hvorved der ikke forventes nogen vibrationsbelastning. |
| EP-V | Etablering af støttevægge ved spor. | Nedbringning af spuns ved ramning henholdsvis vibrering. |
| EP-VI | Nedrivning af broer | Nedrivning med hydraulisk betonhammer, alternativt kan anvendes betonsaks. |

¹⁾ Hvor etableringen af spunsvægge ved broer relaterer sig til en sporsænkning, er udstrækningen af spunsen forudsat begrænset til broens udstrækning i sporets længderetning.

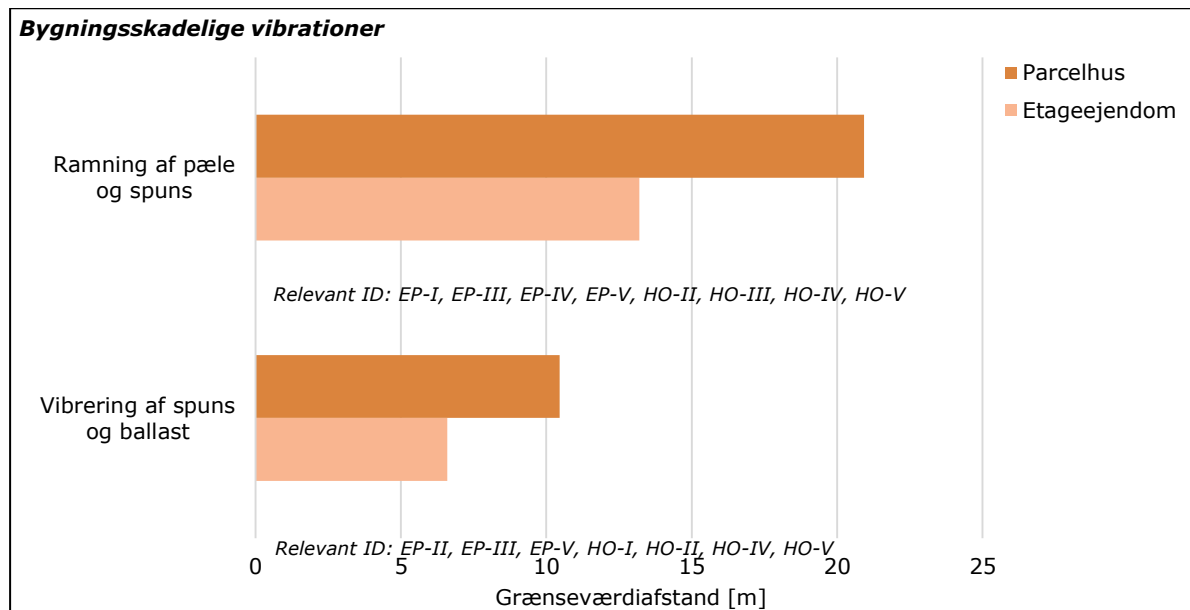
Tabel 28: Vibrationstunge anlægsaktiviteter relateret til hastighedsopgraderingen.

| ID | Anlæg | Anlægsaktivitet |
|--------|--|---|
| HO-I | Ny sporunderbygning | Kompaktering af ballast under genindbygning af skærver ved anvendelse af skinnekørende vibreringsmaskine. |
| HO-II | Spunsarbejde ved broer | Nedbringning af spuns ved ramning henholdsvis vibrering. |
| HO-III | Etablering af pælefundamenter ved broer. | Nedbringning af fundamentspæle ved ramning. Alternativt kan pæle støbes i forborede huller hvorved der ikke forventes nogen betydelig vibrationspåvirkning. |
| HO-IV | Etablering af støttevægge ved spor | Nedbringning af spuns ved ramning henholdsvis vibrering. |
| HO-V | Ombygning af perroner | Nedbringning af spuns ved ramning henholdsvis vibrering. |

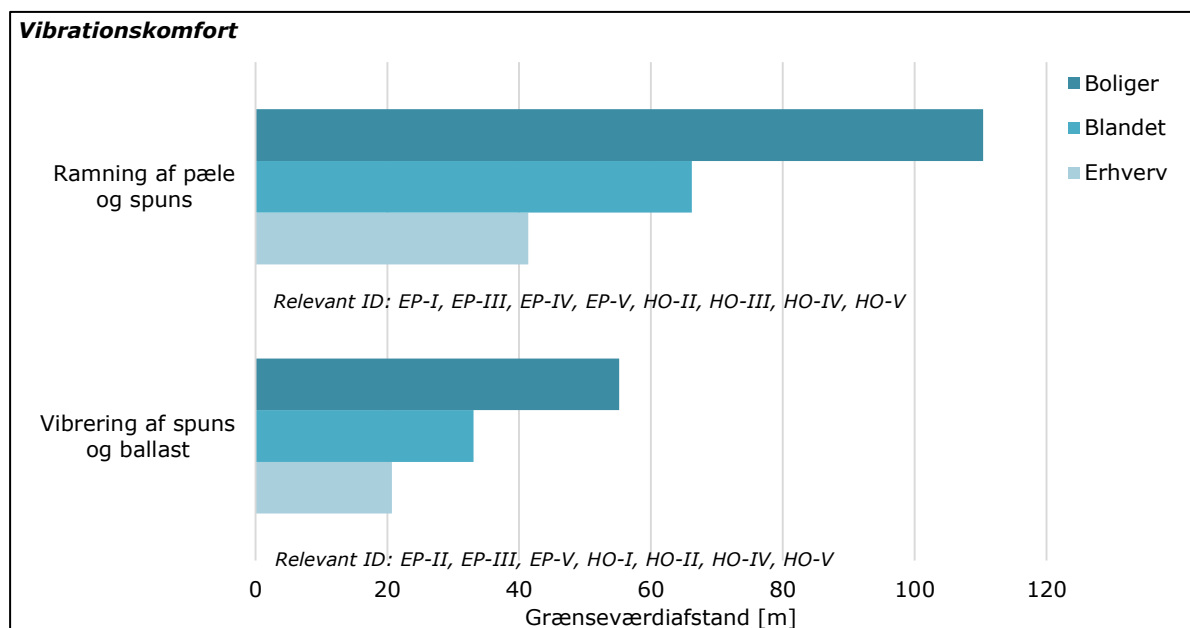
I Figur 11 og Figur 12 præsenteres de estimerede grænseværdiafstande til anlægsaktiviteterne.

De præsenterede grænseværdiafstande for bygningskadelige vibrationer relaterer sig udelukkende til grænseværdien for normale bygningskonstruktioner, eftersom der ikke er identificeret vibrationsfølsomme bygninger inden for undersøgelsesafstanden til aktiviteterne. Industribygninger indregnes konservativt som en normal bygningskonstruktion, da validiteten af informationer om bygningers forhold fra Den Offentlige Informationsserver (OIS) /16/ herunder data fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) kan variere på dette punkt.

For nedrivningen af broer er ikke angivet nogen grænseværdiafstand, eftersom påvirkningen fra anlægsaktiviteten vurderes individuelt for de enkelte broer, der befinder sig meget nært nabobebyggelser.



Figur 11: Grænseværdiafstande for bygningskadelige vibrationer til vibrationstunge anlægsaktiviteter. Relevant ID for anlægsaktiviteten er angivet til sammenligning med Tabel 27 og Tabel 28.



Figur 12: Grænseværdiafstande for vibrationskomfort til vibrationstunge anlægsaktiviteter. Relevant ID for anlægsaktiviteten er angivet til sammenligning med Tabel 27 og Tabel 28.

Vibrationspåvirkningen kategoriseres som udgangspunkt ud fra antallet af vibrationsbelastede boliger:

- 0: Ingen vibrationsbelastede boliger
- 1: Lille påvirkning – 1 til 10 vibrationsbelastede boliger*
- 2: Middel påvirkning – 11 til 20 vibrationsbelastede boliger
- 3: Væsentlig påvirkning – flere end 20 vibrationsbelastede boliger eller mindst 1 bygning med risiko for bygningskader.

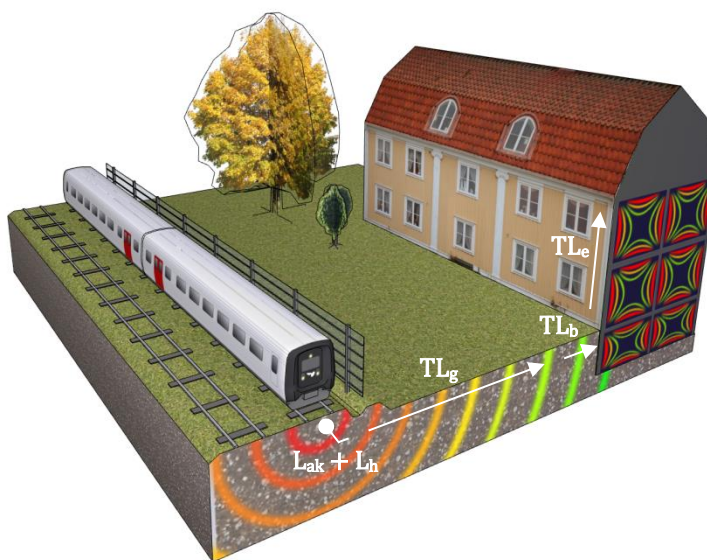
* Vedrører vibrationsbelastningen udelukkende komfortgener der finder sted over kort tid, få timer eller mindre, betragtes påvirkningen som værende lille, uanfægtet af antallet af boliger er større end 10.

4.4.2 Vibrationer i driftsfasen

Hastighedsopgraderingen forudsætter elektrificering af strækningen, og de varige påvirkninger som følge af elektrificeringsprojektet indregnes således i vurderingen af hastighedsopgraderingen. De miljømæssige effekter fra elektrificeringsprojektet er dermed ikke behandlet selvstændigt.

Resulterende maksimale niveauer for henholdsvis vibrationskomfort og strukturlyd er beregnet for bebyggelse registreret inden for en afstand af 50 m til linjeføringen som følge af togdrift på strækningen. Hertil anvendes Banedanmarks Vibrationsmodel version 1.01. Princippet bag vibrationsmodellen er beskrevet i det følgende med udgangspunkt i principskitzen i Figur 13.

Til registrering af eksisterende bebyggelse er der foretaget en oversigtsmæssig besigtigelse ved anvendelse af ortofotos og informationer fra OIS /16/, herunder data fra BBR og Kulturstyrelsens register over fredede og bevaringsværdige bygninger i Danmark (FBB) /16/. Vibrationsmodellen er baseret på, at en given kildestyrke for en togtype ved en række korrektioner for hastighed, sportype, geologi, afstand til bygninger og bygningers dynamiske egenskaber kan anvendes til at give estimater på vibrationskomfort og strukturlyd i nærliggende bebyggelse ved togpassage.



Figur 13: Princippet bag Banedanmarks Vibrationsmodel.

Med udgangspunkt i den hastighedskorrigerede kildestyrke reduceres vibrationsniveauet gennem udbredelse i jorden fra sporskinnerne til bygningen. Herefter transmitteres vibrationer fra bygningsfundamentet og op gennem bygningen til konstruktionens gulve og vægge. Dette indvirker på vibrationsniveauet svarende til koblingstabet i overgangen mellem jord og fundament samt den frekvensafhængige dynamiske forstærkning i bygningen.

Oftest er vibrationsniveauet højere på gulvet end på bygningsfundamentet grundet resonans af konstruktionselementerne.

Det uvægtede accelerationsniveau, L_{aj} , fra en enkelt måling eller middelværdier af flere målinger i en bolig (lokalitet j) i nærheden af en jernbane kan udtrykkes ved 1/3-oktavspektre i dB ved følgende udtryk:

$$L_{aj} = L_{ak} + L_h + TL_g + TL_b + TL_e$$

hvor:

L_{ak} - kildestyrken af toget

L_h - korrektion for toghastighed

TL_g - transmissionstab gennem geologien

TL_b - koblingstab fra geologi til bygningsfundament

TL_e - dynamisk forstærkning op gennem bygningen

Middelværdien af det komfortvægtede KB-niveau i dB (1-80 Hz) beregnes på baggrund af det uvægtede accelerationsniveau og vurderes i henhold til Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997 /9/ samt præciseringen fra Miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger /11/. Et gennemsnitligt niveau for estimerede middelværdiers ubestemthed er fastlagt til omtrent 6 dB, og kan primært tilskrives den geologiske udbredelsesmodel.

Det A-vægtede strukturlydsniveau i dB (10-160 Hz) beregnes ud fra det estimerede vibrationsniveau på gulv på baggrund af en stor mængde målinger med det specifikke formål at fastlægge relationen mellem vibrations- og strukturlydsniveauet i samme rum.

Infralyd er ikke behandlet i driftsfasen, da det udledte niveau fra togdrift er vurderet på et erfaringsmæssigt grundlag at være betydeligt under grænseværdien.

Bygningsskadelige vibrationer vurderes i henhold til standarden DIN 4150-3 /8/. Det viser sig dog kun i ekstreme tilfælde, at vibrationspåvirkninger fra togdrift kan forårsage bygningsskader, og dette undersøges derfor ikke nærmere.

4.4.2.1 Modelforudsætninger

Ved togdrift er kontakten mellem hjul og skinne af afgørende betydning for det udledte niveau af vibrationer. Hastighed, akseltryk, kvaliteten og vedligeholdelsen af sporet samt hjulenes slitagegrad har alle en væsentlig indflydelse på den endelige påvirkning. Små ujævnheder, dårlige samlinger eller skinner, der trænger til slibning, kan være årsag til et unormalt højt vibrationsniveau. I denne undersøgelse forudsættes sporet at være normalt vedligeholdt.

For hver af bygningstyperne langs linjeføringen er der tilknyttet et midlet koblingstab fra geologi til bygningsfundament og en dynamisk forstærkning i bygningen, der er baseret på målinger foretaget ved et stort antal sammenlignelige bygninger. Disse værdier kan afvige afhængigt af, hvor

meget den specifikke bygning afviger fra det, der er normalt for den pågældende bygningstype.

Baseret på det forelagte trafikgrundlag præsenteres i Tabel 29 en oversigt over togtyperne behandlet i undersøgelsen med angivelse af deres maksimale hastighed fordelt på scenarier.

Tabel 29: Togtyper der behandles i undersøgelsen med angivelse af deres maksimale hastighed fordelt på scenarie.

| Scenarier | Togtype/ maksimal hastighed |
|--------------------------|---|
| Dagens situation 2016 | Godstog 100 km/t Moderne togsæt (IC/re) 180 km/t Moderne togsæt (lokal) 120 km/t Ældre togsæt 130 km/t |
| 0-alternativet 2030 | Godstog 100 km/t Moderne togsæt (IC/re) 180 km/t Moderne togsæt (lokal) 160 km/t Ældre togsæt 130 km/t |
| Hovedforslag 2030 | Godstog 100 km/t Højhastighedstog (el) 250 km/t Fjern- og regionaltog (el) 200 km/t Moderne togsæt diesel (lokal) 160 km/t |

Vibrations- og strukturlydsniveau beregnes udelukkende fra det nærmeste spor, idet der kun er en lille sandsynlighed for, at to tog gentagende passerer samtidigt ud for samme nabobygning, hvorfor der ikke er forudsat sammenfald af togpassager.

Undersøgelserne omfatter driftssituationen, hvor der alene er set på vibrationer fra togtrafik. Andre installationer såsom pumper, transformatorer etc. vurderes at give et bidrag langt under de vejledende grænseværdier og indgår derfor ikke i undersøgelsen.

I tilfælde af overskridelse af grænseværdierne er der inkluderet forslag til afværgetiltag. Valg af strukturlyds- og vibrationsdæmpende foranstaltninger koordineres, så der opnås en optimal løsning mht. begrænsningen af både

strukturlyd og vibrationer. Ellers er der risiko for, at vibrationsdæmpende tiltag er med til at øge strukturlydsniveauet.

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.

5.1 Støj

Støjforholdene i 0-alternativet (2030) er belyst ved at opgøre antallet af støjbelastede boliger langs med jernbanen.

Antallet af støjbelastede boligenheder kortlagt i 0-alternativet er opgjort til i alt 487. Antallet af støjbelastede boligenheder i 0-alternativet fordelt på bygningsanvendelse fremgår af

Tabel 30.

Tabel 30: Antallet af støjbelastede boliger i 0-alternativet. Der opereres med to indikatorer hhv. årsmiddelværdien L_{den} og maksimalværdien L_{Amax} . I første kolonne angives antal boliger som har $L_{den} \geq 64$ dB - og dvs. L_{Amax} kan være både under og over 85 dB. I næste kolonne er angivet antal boliger hvor kun L_{Amax} er bestemmende dvs. $L_{Amax} \geq 85$ dB og $L_{den} < 64$ dB.

| Bygningsanvendelse | Antal støjbelastede enheder | | SBT |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|------|
| | $L_{den} \geq 64$ dB | $L_{den} < 64$ & $L_{Amax} \geq 85$ dB | |
| Fredericia Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 24 | 23 | 2,8 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 2 | 0 | 0,2 |
| Vejle Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 25 | 15 | 3,1 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 6 | 9 | 0,5 |
| Hedensted Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 89 | 21 | 12,3 |

| Bygningsanvendelse | Antal støjbelastede enheder | | SBT |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|-------------|
| | $L_{den} \geq 64$ dB | $L_{den} < 64$ & $L_{Amax} \geq 85$ dB | |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 40 | 12 | 5,0 |
| Horsens Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 131 | 43 | 18,0 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 16 | 31 | 1,7 |
| Totalt | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 269 | 102 | 36,1 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 64 | 52 | 7,5 |
| Sum | 333 | 154 | 43,6 |

Af de opgjorte 333 støjbelastede boliger med L_{den} over 64 dB har de 313 L_{Amax} som er over 85 dB. Der er på strækningen 154 boliger, hvor L_{Amax} er over 85 dB og L_{den} er under 64 dB.

Udover de opgjorte støjbelastede boliger vil der være i alt to bygninger med anvendelse til døgninstitution, hvor L_{den} er over 64 dB eller L_{Amax} er over 85 dB.

I 0-alternativet stiger togmængden, mens materiel og hastigheder er uændret i forhold til dagens situation. Det er således boliger som i dagens situation har L_{Amax} over 85 dB, men L_{den} under 64 dB, og hvor L_{den} forøges til over 64 dB der medfører, at det samlede SBT stiger markant. Antallet af boliger, som har L_{Amax} over 85 dB, vil være stort set uændret.

5.2 Vibrationer

Der er for 0-alternativet (2030) udført beregninger af vibrationskomfort og strukturlyd i bygningsenhederne inden for en afstand af 50 m fra linjeføringen. Vurderingen foretages udelukkende for de planlagte hastighedsopgraderede jernbanestrækninger eftersom 0-alternativets formål er at skabe et sammenligningsgrundlag med effekterne for hastighedsopgraderingen.

Skinner og sveller forudsættes genanvendt på sporstrækningen, også hvor linjeføringen flyttes. Sporets overbygningstype forudsættes derfor uforandret.

Scenariet, der i 0-alternativet beregnes at give anledning til de kraftigste vibrationer, er godstog med en maksimal hastighed på 100 km/t.

Forholdene for beregning af vibrations- og strukturlydspåvirkningen i 0-alternativet afviger ikke fra dagens situation, og dermed findes ingen forskel i kortlægningen af belastede bygninger for de to scenarier. For de estimerede vibrations- og strukturlydsniveauer for 0-alternativet der overskrider

grænseværdierne som følge af togdrift på hastighedsopgraderede strækninger, henvises derfor til præsentationen af belastede enheder for dagens situation i Tabel 33.

6 Eksisterende forhold

6.1 Støj

Støjforholdene i dagens situation (2016) er belyst ved at opgøre antallet af støjbelastede boliger langs med jernbanen.

Antallet af støjbelastede boligenheder kortlagt i 2016 (dagens situation) er opgjort til i alt 485.

Antallet af støjbelastede boligenheder i 2016 fordelt på bygningsanvendelse fremgår af Tabel 31.

Tabel 31: Antallet af støjbelastede boliger i dagens situation. Der opereres med to indikatorer hhv. årsmiddelværdien L_{den} og maksimalværdien L_{Amax} . I første kolonne angives antal boliger som har $L_{den} \geq 64$ dB - og dvs. L_{Amax} kan være både under og over 85 dB. I næste kolonne er angivet antal boliger hvor kun L_{Amax} er bestemmende dvs. $L_{Amax} \geq 85$ dB og $L_{den} < 64$ dB.

| | $L_{den} \geq 64$ dB | $L_{den} < 64$ & $L_{Amax} \geq 85$ dB | SBT |
|-------------------------------------|----------------------|--|-------------|
| Fredericia Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 12 | 35 | 1,2 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 1 | 1 | 0,1 |
| Vejle Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 11 | 29 | 1,3 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 0 | 15 | 0 |
| Hedensted Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 24 | 114 | 3,0 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 9 | 44 | 0,9 |
| Horsens Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 56 | 99 | 6,0 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 2 | 33 | 0,2 |
| Total | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 103 | 277 | 11,5 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 12 | 93 | 1,2 |
| Sum | 115 | 370 | 12,7 |

De opgjorte 115 støjbelastede boliger med L_{den} over 64 dB har alle L_{Amax} , som er over 85 dB. Der er på strækningen 370 boliger, hvor L_{Amax} er over 85 dB, og L_{den} er under 64 dB.

Udover de opgjorte støjbelastede boliger vil der være i alt tre bygninger med anvendelse til døgninstitution, hvor L_{den} er over 64 dB eller L_{Amax} er over 85 dB.

Af ovenstående støjbelastede (L_{den}) boligenheder har to fået tilbud om lydisolering via Banedanmarks Støjprojekt (jf. udtræk fra Banedanmarks støjdatabase), men har ikke fået udført lydisolering.

Af de boligenheder, som har L_{Amax} over 85 dB, men ikke L_{den} over 64 dB, har har fire boligenheder tidligere fået udført lydisolering med tilskud fra Banedanmark.

6.2 Vibrationer

Strækningen Fredericia-Aarhus løber i et varieret by- og landmiljø, hvor det eksisterende baggrundsniveau for vibrationer og strukturlyd hovedsageligt genereres af togtrafikken på de eksisterende banestrækninger. Til trods for at strækningen overvejende vil være at finde i åbne landskaber, er over $\frac{3}{4}$ af de undersøgte bygningsenheder registreret inden for de fem byer Fredericia, Vejle, Horsens, Skanderborg og Aarhus.

Eksisterende bebyggelse inden for en afstand af 50 m til sporstrækningen fra Fredericia til Aarhus indbefatter 3627 undersøgte bygningsenheder hvoraf de 968 bygningsenheder befinder sig ved hastighedsopgraderede strækninger. De undersøgte bygningsenheder udgøres hovedsageligt af almindeligt boligbyggeri, svarende til 93 %, hvortil de resterende bygningsenheder er kontorbyggeri, undervisningslokaler o.l. (6 %) samt nogle få erhvervsbygninger (1 %). Langs linjeføringen er der registreret tre kolonihavehuse inden for en afstand af 50 m til linjeføringen.

Samtlige bygningsenheder kategoriseres jf. enhedstyperne i Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997 /9/. I Tabel 32 ses et overblik over antallet af undersøgte enheder fordelt på enhedstype.

Tabel 32: Antal undersøgte enheder fordelt på enhedstype jf. kategoriseringen i Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997 /9/ beliggende indenfor en afstand på 50 m fra banen på strækninger, hvor der planlægges hastighedsopgradering.

| Enhedstype | Antal bygningseenheder |
|--|------------------------|
| Boliger i boligområde (hele døgnet), boliger i blandet bolig/erhvervsområde, samt børneinstitutioner og lignende | 889 |
| Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 66 |
| Erhvervsbebyggelse | 10 |
| Kolonihavehuse | 3 |
| Totalt | 968 |

Kolonihavehuse beregnes i undersøgelsen efter samme metodik som boliger i boligområder.

Langs linjeføringen kan der forefindes enkelte særligt vibrationsfølsomme aktiviteter i bygninger såsom hospitaler, laboratorier, trykkerier, serverrum osv., hvor vibrationer kan forårsage alvorlige forstyrrelser af anvendelsen af f.eks. teknisk udstyr. Hvis dette er tilfældet, bør forholdene undersøges på et mere detaljeret grundlag, inden anlægsopgaverne påbegyndes. Ved en oversigtsmæssig besigtigelse langs linjeføringen er der ikke identificeret nogle af disse særligt vibrationsfølsomme bygningsanvendelser inden for en afstand af 50 m til linjeføringen.

6.2.1 Dagens situation

Der er for dagens situation (2016) udført beregninger af vibrationskomfort og strukturlyd i bygningseenhederne inden for en afstand af 50 m til linjeføringen udelukkende for de hastighedsopgraderede jernbanestrækninger. De miljømæssige effekter fra elektrificeringsprojektet er ikke behandlet selvstændigt, men de varige påvirkninger er i stedet indregnet i undersøgelsen af hastighedsopgraderingen.

Af Tabel 33 fremgår antallet af belastede bygningseenheder i dagens situation fordelt på de berørte kommuner, hvor de estimerede niveauer overskrider tilhørende grænseværdier for vibrationskomfort eller strukturlyd. Udelukkende kommunerne Fredericia, Vejle, Hedensted og Horsens indgår i opgørelsen eftersom hastighedsopgraderingen kun foregår på strækningerne i disse kommuner.

Scenariet, der i dagens situation beregnes at give anledning til de kraftigste vibrationer, er godstog med en maksimal hastighed på 100 km/t. Det præsenterede antal belastede bygningseenheder er opgjort for aften- og natteperioder, hvor der generelt gælder de strengeste krav til vibrationskomfort og strukturlyd.

Tabel 33: Antal vibrations- og strukturlydsbelastede bygningsenheder fordelt på de kommuner, hvor der planlægges hastighedsopgradering, som følge af godstogsdrift i dagens situation.

| Enhedstype | Antal belastede bygningsenheder | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| | Vibrationskomfort | Strukturlyd |
| Fredericia Kommune | | |
| Boliger, børneinstitutioner o.l. | 23 | 5 |
| Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 0 | 0 |
| Erhvervsbebyggelse | 0 | 0 |
| Vejle Kommune | | |
| Boliger, børneinstitutioner o.l. | 49 | 29 |
| Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 3 | 0 |
| Erhvervsbebyggelse | 0 | 0 |
| Hedensted Kommune | | |
| Boliger, børneinstitutioner o.l. | 38 | 20 |
| Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 0 | 0 |
| Erhvervsbebyggelse | 0 | 0 |
| Horsens Kommune | | |
| Boliger, børneinstitutioner o.l. | 66 | 27 |
| Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 0 | 0 |
| Erhvervsbebyggelse | 0 | 0 |
| Totalt | | |
| Boliger, børneinstitutioner o.l. | 176 | 81 |
| Kontorer, undervisningslokaler o.l. | 3 | 0 |
| Erhvervsbebyggelse | 0 | 0 |

7 Konsekvenser i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger

I anlægsfasen vil der opstå støj og vibrationer som følge af anlægsarbejdet, og miljøpåvirkningerne herfra er vurderet i de følgende afsnit. En stor del af anlægsarbejdet udføres i dagtimerne, men der må forventes et vist omfang af aften/natarbejde pga. planlagte sporspærringer i nat- og weekendperioder.

7.1 Elektrificering

7.1.1 Støj

Baseret på de i afsnit 4.3.1 beregnede grænseværdiafstande (se Tabel 22) er det opgjort hvor mange boliger, der pr. døgn for henholdsvis normal arbejdstid hverdage og øvrige tidsrum vil kunne påvirkes af støjniveauer over grænseværdierne angivet i afsnit 3.1. Opgørelserne er udført for både etablering/ombygning af broer, ramning af fundamenter for køreledningsmaster samt etablering af autotransformere og forsyningsstation.

Antallet af boliger pr. døgn er i de efterfølgende tabeller angivet som "antal hverdag/antal øvrige" og den vurderede miljøpåvirkning, hvor varigheden af de støjende aktiviteter indgår, er angivet på samme måde dvs. som "hverdag/øvrige".

7.1.1.1 *Etablering og ombygning af broer*

Antallet af opgjorte muligt støjpåvirkede boliger pr. døgn og den heraf afledte miljøpåvirkning i de fem berørte kommuner fremgår af Tabel 34 til Tabel 38.

Ingen af de kommunale alternativer og tilvalg vurderes i forhold til grundløsningen at medføre et større antal af støjpåvirkede boliger, og løsningerne er derfor ikke præsenteret yderligere.

Tabel 34: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Vejle Kommune, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|----------------|---------|---|--------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 11,9 | Børkop Station | 20521 | Ny gangbro opføres et nyt sted | Konstruktionsarbejde | 0/687 | Ingen/Væsentlig |
| 13,1 | Tofterumvej | 20530 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde | 1/79 | Ingen/Væsentlig |
| 25,0 | Toldbodvej | 20568 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/550 117/17281 | Ingen/Væsentlig Lille/Væsentlig |
| 26,8 | Østerbrogade | 20596 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/2381 458/17474 | Ingen/Væsentlig Lille/Væsentlig |
| 34,8 | Ulbækhusvej | 20622 | Ny vejbro opføres et nyt sted | Konstruktionsarbejde | 0/7 | Ingen/Lille |
| 35,6 | Skibsholtvej | 20624 | Alternativ 1: Broen nedlægges | Nedrivning | 0/30 | Ingen/Lille |
| 35,6 | Skibsholtvej | 20624 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres et nyt sted | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/14 2/523 | Ingen/Lille Ingen/Lille |

Tabel 35: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Hedensted Kommune, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|---------------|---------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|--|
| 36,8 | Juelsmindevej | 20626 | Sporet sænkes | Sporopbygning Spunsramning | 1/42 15/716 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 41,4 | Hovedvej A10 | 20648 | Sporet sænkes | Sporopbygning Spunsramning | 3/906 91/3715 | Ingen/ Væsentlig Lille/Middel |
| 44,9 | Nørregade | 20660 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/375 128/1944 | Ingen/ Væsentlig Lille/ Væsentlig |

Tabel 36: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Horsens Kommune, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------|
| 53,7 | Hattingvej | 20680 | Ny vejbro opføres et nyt sted | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/15 8/1396 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 56,8 | Bjarkesgade | 20683 | Sporet sænkes | Spunsramning | 544/18710 | Lille/ Væsentlig |
| 57,2 | Bygholm Parkvej | 20688 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/2137 | Ingen/ Væsentlig |
| 58,7 | Silkeborgvej | 20696 | Ombygning af midterbjælke | Konstruktionsarbejde | 0/756 | Ingen/ Væsentlig |
| 63,4 | Kannerupvej | 20722 | Alternativ 1: Broen nedlægges | Nedrivning | 0/7 | Ingen/Ingen |
| 63,4 | Kannerupvej | 20722 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/3 2/630 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 64,7 | Blældvej | 20724 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde | 0/29 | Ingen/Lille |
| 66,2 | Markvangen | 20736 | Alternativ 1: Broen nedlægges | Nedrivning | 0/139 | Ingen/Lille |
| 66,2 | Markvangen | 20736 | Alternativ 2: | Konstruktions- | 0/19 | Ingen/Lille |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|--------------|---------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------|
| | | | Ny vejbro opføres | arbejde Spunsramning | 0/382 | Ingen/Lille |
| 74,3 | Grumstrupvej | 20756 | Alternativ 1: Broen nedlægges | Nedrivning | 0/10 | Ingen/Lille |
| 74,3 | Grumstrupvej | 20756 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/7 2/226 | Ingen/Lille Ingen/Lille |

Tabel 37: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Skanderborg Kommune, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|----------------|---------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 76,6 | Båstrupvej | 20764 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/95 30/294 | Ingen/Middel Ingen/Lille |
| 77,6 | Fårbjergvej | 20770 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/28 2/303 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 78,3 | Hylkevej | 20772 | Alternativ 1: Broen nedlægges | Nedrivning | 0/28 | Ingen/Lille |
| 78,3 | Hylkevej | 20772 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/7 2/290 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 82,5 | Horsensvej | 20780 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/80 | Ingen/ Væsentlig |
| 84,8 | Korsvej | 20788 | Ny vejbro opføres et nyt sted | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/494 77/5251 | Ingen/ Væsentlig Ingen/Middel |
| 85,5 | Låsbyvej | 20792 | Broen hæves | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/794 96/6281 | Ingen/ Væsentlig Ingen/Middel |
| 88,2 | Gl. Randersvej | 20802 | Alternativ 1: Ny stibro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/10 2/4173 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 88,2 | Gl. Randersvej | 20802 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/9 2/4173 | Ingen/Lille Ingen/Lille |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|-----------------|---------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 89,7 | Randersvej | 20804 | Sporet sænkes | Sporopbygning | 0/465 | Ingen/ Væsentlig |
| 90,1 | Lynghøjvej | 20806 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/474 155/1682 | Lille/ Væsentlig Lille/Lille |
| 90,8 | Bjertrupvej | 20808 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/262 63/1682 | Ingen/ Væsentlig Ingen/Lille |
| 92,7 | Skanderborgvej | 20812 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 1/56 1/2901 | Lille/Middel Ingen/Lille |
| 92,7 | Skanderborgvej | 20812.1 | | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 1/56 1/2901 | Lille/Middel Ingen/Lille |
| 94,2 | Hørning Station | 20813.8 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/665 | Ingen/ Væsentlig |

Tabel 38: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Aarhus Kommune, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|-------|--------------------|---------------|--|--------------------------------------|-------------------|--|
| 96,8 | Hovvejen | 20818 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/15 1/3077 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 97,4 | Kattrupvej | 20820 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/27 11/3338 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 99,3 | Hasselager Station | 20822 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/277 | Ingen/ Væsentlig |
| 100,1 | Lemmingvej | 20828 | Ny vejbro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/478 117/6329 | Ingen/ Væsentlig Lille/ Væsentlig |
| 102,2 | Skanderborgvej | 20832.0 .1 | Sporet sænkes, og der opføres delvist en ny vejbro | Sporopbygning Spunsramning | 0/808 2/11793 | Ingen/ Væsentlig Ingen/ Væsentlig |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|-------|----------------|---------|---|------------------------|------------------|-----------------|
| 103,8 | Viby J Station | 20835 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/1027 | Ingen/Væsentlig |
| 105,5 | Gl. Kongevej | 20846 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/1031 | Ingen/Væsentlig |
| 105,6 | Skanderborgvej | 20848 | Brodækket hæves | Konstruktionsarbejde | 0/839 | Ingen/Væsentlig |
| 105,9 | Kongsvang | 20852 | Alterantiv 1: Ny sporfletningsbro opføres | Konstruktionsarbejde | 0/1156 | Ingen/Væsentlig |
| 105,9 | Kongsvang | 20852 | Alternativ 2: Nyt brodæk | Konstruktionsarbejde | 0/1156 | Ingen/Væsentlig |

7.1.1.2 Etablering af autotransformere og en forsyningsstation

Til forsyning af kørestrøm skal der på strækningen etableres fem autotransformere og en forsyningsstation. De mest støjende anlægsaktiviteter forventes at være konstruktionsarbejder og jordarbejder. Varigheden for etablering af en autotransformer eller en forsyningsstation vil være ca. to måneder. Antallet af muligt støjpåvirkede boliger pr. døgn og den heraf afledte miljøpåvirkning ved etablering af de fem autotransformere fremgår af Tabel 39.

Tabel 39: Antal af muligt støjpåvirkede boliger ved etablering af transformerstationer og forsyningsstation, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Kommune | Km | Lokalitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|-------------|------|--------------------|------------------|-----------------|
| Vejle | 14,4 | Syd for Brejning | 0/114 | Ingen/Lille |
| Vejle | 34,9 | Øst for Vejle | 0/27 | Ingen/Lille |
| Horsens | 50,8 | Syd for Hatting | 0/88 | Ingen/Lille |
| Horsens | 65,7 | Syd for Tvingstrup | 0/2 | Ingen/Ingen |
| Skanderborg | 80,4 | Syd for | 0/3 | Ingen/Ingen |
| Aarhus | 96,9 | Syd for Kolt | 0/18 | Ingen/Lille |

7.1.1.3 Ramning af fundamenter for køreledningsmaster

Ved ramning af fundamenter for køreledningsmaster flyttes aktiviteten langs med jernbanen og antallet af støjpåvirkede boliger pr. døgn vil afhænge af varigheden og dermed af antallet af fundamenter der rammes pr. km pr. døgn. Tiden for ramning af ét fundament antages at være 1-2 timer og med en afstand på op til 90 m mellem køreledningsmasterne vil der på et døgn kunne rammes fundamenter langs ca. 1 km jernbane.

Antallet af muligt støjpåvirkede boliger pr. døgn og den heraf afledte miljøpåvirkning ved etablering af fundamenter for køreledningsmaster er opgjort pr. kommune og fremgår af Tabel 40.

Tabel 40: Antal af muligt støjpåvirkede boliger ved ramning af fundamenter til køreledningsmaster, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Kommune | Længde af banestrækning i km | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|-------------|------------------------------|------------------|-----------------|
| Fredericia | 10,2 | 11/897 | Ingen/Middel |
| Vejle | 27,3 | 72/302 | Lille/Væsentlig |
| Horsens | 25,9 | 30/561 | Lille/Middel |
| Hedensted | 13,0 | 40/141 | Lille/Lille |
| Skanderborg | 20,9 | 33/313 | Lille/Middel |
| Aarhus | 10,2 | 82/306 | Lille/Lille |

7.1.2 Vibrationer

Under udførelsen af elektrificeringsprojektet vurderes spor- og konstruktionsrelaterede anlægsaktiviteter jf. Tabel 27 at være forbundet med størst risiko for vibrationsgener.

Baseret på de grænseværdiafstande estimeret ud fra grænseværdierne for hver af de undersøgte vibrationstunge anlægsaktiviteter jf. Figur 11 og Figur 12 opgøres antallet af selvstændige bygninger, der befinder sig inden for grænseværdiafstanden, og dermed overskrider de respektive grænseværdier.

Opgørelserne er udført for henholdsvis etablering og ombygning af broer samt fundamenter for køreledningsmaster. Af undersøgelsen fremgår udelukkende anlæg, der kan forventes at medføre en påvirkning af omgivelserne, og vibrationspåvirkningen vurderes konservativt ud fra den mest vibrationstunge aktivitet ved hvert anlæg.

7.1.2.1 Etablering og ombygning af broer

For etablering og ombygning af broer er påvirkningen vurderet i forhold til ny sporunderbygning ved sporsænkning (EP-II), nedbringning af spunsvægge ved broer (EP-III), pælefundering (EP-IV) samt nedrivning af broer (EP-VI).

Opgørelsen er i følgende Tabel 41 til Tabel 50 opdelt efter vurderingen af henholdsvis bygningsskadelige vibrationer og vibrationskomfort fordelt på de berørte kommuner.

For hvert anlæg præsenteres antallet af bygninger inden for grænseværdiafstanden til henholdsvis ramning af fundamentspæle og/eller spuns samt vibrering af spuns og/eller ballast.

Idet der ingen vibrationsbelastede bygninger er fundet som følge af nedrivningen af broer, er disse ikke medtaget i følgende tabeller.

Vibrationspåvirkningen fra kommunale alternativer og tilvalg er undersøgt. Ingen af de kommunale alternativer og tilvalg vurderes i forhold til grundløsningen at have indflydelse på antallet af vibrationsbelastede bygninger, og løsningerne er derfor ikke præsenteret yderligere.

Risiko for bygningskader

Tabel 41: Vejle Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|----------------|---------|--|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 11,9 | Børkop Station | 20521 | Ny gangbro etableres i forbindelse med elektrificeringen, og broen forlænges i hastighedsopgraderingen | 0 | 0 | Ingen |
| 13,1 | Tofterumvej | 20530 | Ny vejbro opføres | 1 | 0 | Væsentlig |
| 25,0 | Toldbodvej | 20568 | Brodækket hæves | 1 | 0 | Væsentlig |
| 26,8 | Østerbrogade | 20596 | Ny vejbro opføres | 1 | 0 | Væsentlig |
| 34,8 | Ulbækhusvej | 20622 | Ny vejbro opføres et nyt sted | 0 | 0 | Ingen |
| 35,6 | Skibsholtvej | 20624 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 35,6 | Skibsholtvej | 20624 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres et nyt sted | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 42: Hedensted Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|---------------|---------|-----------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 36,8 | Juelsmindevej | 20626 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 41,4 | Hovedvej A10 | 20648 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 44,9 | Nørregade | 20660 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 43: Horsens Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 53,7 | Hattingvej | 20680 | Ny vejbro opføres et nyt sted | 0 | 0 | Ingen |
| 56,8 | Bjarkesgade | 20683 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 57,2 | Bygholm Parkvej | 20688 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 58,7 | Silkeborg | 20696 | Ombygning af midterbjælke | 0 | 0 | Ingen |
| 63,4 | Kannerupvej | 20722 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 63,4 | Kannerupvej | 20722 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 64,7 | Blældvej | 20724 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 66,2 | Markvangen | 20736 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 66,2 | Markvangen | 20736 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 74,3 | Grumstrupvej | 20756 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 74,3 | Grumstrupvej | 20756 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 44: Skanderborg Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Vejnavn | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 76,6 | Båstrupvej | 20764 | Brodækket hæves | 1 | 0 | Væsentlig |
| 77,6 | Fårbjergvej | 20770 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 78,3 | Hylkevej | 20772 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 78,3 | Hylkevej | 20772 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 82,5 | Horsensvej | 20780 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 84,8 | Korsvej | 20788 | Ny vejbro opføres et nyt sted | 2 | 0 | Væsentlig |
| 85,5 | Låsbyvej | 20792 | Broen hæves | 1 | 0 | Væsentlig |
| 88,2 | Gl. Randersvej | 20802 | Alternativ 1: Ny stibro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 88,2 | Gl. Randersvej | 20802 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 89,7 | Randersvej | 20804 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 90,1 | Lynghøjvej | 20806 | Brodækket hæves | 2 | 1 | Væsentlig |
| 90,8 | Bjertrupvej | 20808 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 92,7 | Skanderborgvej | 20812 | Ny vejbro opføres | 1 | 0 | Væsentlig |
| 92,7 | Skanderborgvej | 20812.1 | | 1 | 0 | Væsentlig |
| 94,2 | Hørning Station | 20813.8 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 45: Aarhus Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|-----------|------------------|----------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 96,8 | Hovvejen | 20818 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 97,4 | Kattrupvej | 20820 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 99,3 | Hasselager | 20822 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 100,1 | Lemmingvej | 20828 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 102,2 | Skanderborgvej | 20832.0.1 | Sporet sænkes, og der opføres delvist en ny vejbro | 0 | 0 | Ingen |
| 103,8 | Viby J Station | 20835 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 105,5 | Gl. Kongevej | 20846 | Brodækket hæves | 1 | 0 | Væsentlig |
| 105,6 | Skanderborgvej | 20848 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 105,9 | Kongsvang | 20852 | Alternativ 1: Ny sporfletningsbro opføres | 1 | 0 | Væsentlig |
| 105,9 | Kongsvang | 20852 | Alternativ 2: Nyt brodæk | 1 | 0 | Væsentlig |

Vibrationskomfort

Tabel 46: Vejle Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|----------------|---------|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 11,9 | Børkop Station | 20521 | Ny gangbro opføres et nyt sted | 12 | 3 | Middel |
| 13,1 | Tofteruumvej | 20530 | Ny vejbro opføres | 7 | 4 | Lille |
| 25,0 | Toldbodvej | 20568 | Brodækket hæves | 24 | 5 | Væsentlig |
| 26,8 | Østerbrogade | 20596 | Ny vejbro opføres | 17 | 6 | Middel |
| 34,8 | Ulbækhusvej | 20622 | Ny vejbro opføres et nyt sted | 1 | 0 | Lille |
| 35,6 | Skibsholtvej | 20624 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 35,6 | Skibsholtvej | 20624 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres et nyt sted | 1 | 0 | Lille |

Tabel 47: Hedensted Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|---------------|---------|-----------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 36,8 | Juelsmindevej | 20626 | Sporet sænkes | 4 | 1 | Lille |
| 41,4 | Hovedvej A10 | 20648 | Sporet sænkes | 30 | 10 | Væsentlig |
| 44,9 | Nørregade | 20660 | Brodækket hæves | 30 | 9 | Væsentlig |

Tabel 48: Horsens Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|-----------------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 53,7 | Hattingvej | 20680 | Ny vejbro opføres et nyt sted | 3 | 2 | Lille |
| 56,8 | Bjarkesgade | 20683 | Sporet sænkes | 12 | 1 | Middel |
| 57,2 | Bygholm Parkvej | 20688 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 58,7 | Silkeborgvej | 20696 | Ombygning af midterbjælke | 0 | 0 | Ingen |
| 63,4 | Kannerupvej | 20722 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 63,4 | Kannerupvej | 20722 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 1 | 0 | Lille |
| 64,7 | Blældvej | 20724 | Ny vejbro opføres | 1 | 0 | Lille |
| 66,2 | Markvangen | 20736 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 66,2 | Markvangen | 20736 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 74,3 | Grumstrupvej | 20756 | Alternativ 1: Broen nedlægges | 0 | 0 | Ingen |
| 74,3 | Grumstrupvej | 20756 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 49: Skanderborg Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|------|-------------|---------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 76,6 | Båstrupvej | 20764 | Brodækket hæves | 20 | 7 | Middel |
| 77,6 | Fårbjergvej | 20770 | Ny vejbro opføres | 1 | 1 | Lille |
| 78,3 | Hylkevej | 20772 | Alternativ 1: | 0 | 0 | Ingen |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|-----------|------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| | | | Broen nedlægges | | | |
| 78,3 | Hylkevej | 20772 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 1 | 0 | Lille |
| 82,5 | Horsensvej | 20780 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 84,8 | Korsvej | 20788 | Ny vejbro opføres et nyt sted | 28 | 8 | Væsentlig |
| 85,5 | Låsbyvej | 20792 | Broen hæves | 18 | 7 | Middel |
| 88,2 | Gl. Randersvej | 20802 | Alternativ 1: Ny stibro opføres | 4 | 1 | Lille |
| 88,2 | Gl. Randersvej | 20802 | Alternativ 2: Ny vejbro opføres | 4 | 1 | Lille |
| 89,7 | Randersvej | 20804 | Sporet sænkes | 1 | 0 | Lille |
| 90,1 | Lynghøjvej | 20806 | Brodækket hæves | 32 | 5 | Væsentlig |
| 90,8 | Bjertrupvej | 20808 | Ny vejbro opføres | 16 | 2 | Middel |
| 92,7 | Skanderbor gvej | 20812 | Ny vejbro opføres | 1 | 1 | Lille |
| 92,7 | Skanderbor gvej | 20812.1 | | 1 | 1 | Lille |
| 94,2 | Hørning Station | 20813.8 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 50: Aarhus Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|-----------|------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 96,8 | Hovvejen | 20818 | Ny vejbro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 97,4 | Kattrupvej | 20820 | Ny vejbro opføres | 2 | 0 | Lille |
| 99,3 | Hasselager | 20822 | Brodækket | 0 | 0 | Ingen |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns og ballast | Vibrationspåvirkning |
|-------|----------------|-----------|--|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | | hæves | | | |
| 100,1 | Lemmingvej | 20828 | Ny vejbro opføres | 7 | 1 | Lille |
| 102,2 | Skanderborgvej | 20832.0.1 | Sporet sænkes, og der opføres delvist en ny vejbro | 2 | 0 | Lille |
| 103,8 | Viby J Station | 20835 | Brodækket hæves | 0 | 0 | Ingen |
| 105,5 | Gl. Kongevej | 20846 | Brodækket hæves | 30 | 8 | Væsentlig |
| 105,6 | Skanderborgvej | 20848 | Brodækket hæves | 20 | 5 | Middel |
| 105,9 | Kongsvang | 20852 | Alternativ 1: Ny sporfletningsbro opføres | 45 | 8 | Væsentlig |
| 105,9 | Kongsvang | 20852 | Alternativ 2: Nyt brodæk | 45 | 8 | Væsentlig |

7.1.2.2 **Etablering af fundamenter for køreledningsmaster**

Af projektets anlægsbeskrivelse fremgår det, at fundamenter for køreledningsmasterne (EP-I) i byområder som hovedregel støbes i forborede huller, og at præfabrikerede betonpæle hovedsageligt nedbringes ved ramning af sporkørende rammemaskine på strækninger i det åbne land.

Hvor pæle støbes i forborede huller forventes der ingen vibrationsbelastning. Dette betyder, at så længe grænseværdiafstanden for bygningskadelige vibrationer fra ramningen til nærliggende bygninger på de åbne strækninger respekteres, forventes der ingen risiko for bygningskader. Er huset beliggende nærmere end grænseværdiafstanden, må fundamentespælene støbes i forborede huller for at undgå vibrationsbelastning.

Vibrationskomfort

For hvad angår påvirkningen af vibrationskomforten, må der forventes overskridelser af grænseværdien for en større mængde bebyggelser på de åbne strækninger, men da varigheden er få timer betragtes dette værende en lille påvirkning uden behov for afværgeforanstaltninger.

7.2 Sammenfatning

I forbindelse med elektrificeringen vil der ved 31 af de 38 steder, hvor der gennemføres nedrivning, nybygning og/eller genopbygning af broer være en ubetydelig miljøpåvirkning, hvis anlægsaktiviteterne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage. Der vil ved otte broer være en lille påvirkning. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der ved 23 broer være en væsentlig miljøpåvirkning. Der vil ved to broer være en middel påvirkning og ved 13 broer en lille påvirkning.

Ramning af fundamenter til køreledningsmaster vil medføre en lille miljøpåvirkning når det foregår indenfor normal arbejdstid på hverdage. Hvis ramning af fundamenter til køreledningsmaster udføres aften, nat eller weekend, så vil der være en middel miljøpåvirkning. Det bør bemærkes at netop denne aktivitet løbende flyttes langs jernbanen, hvorfor evt. støjgene ved de enkelte naboejendomme vil være overstået på kort tid (1/2-1 døgn).

Til forsyning af kørestrøm skal der på strækningen etableres fem autotransformere og en forsyningsstation. Når dette anlægsarbejde foregår indenfor normal arbejdstid på hverdage vil der være en ubetydelig miljøpåvirkning af naboer. Hvis anlægsarbejdet udføres aften, nat eller weekend, så vil der være en lille miljøpåvirkning.

Nogle anlægsaktiviteter vil være af kortere varighed f.eks. ramning af spuns og nogle vil være af længere varighed f.eks. konstruktions- og jordarbejder. De enkelte naboer vil i løbet af anlægsperioden opleve perioder med forskellige støjende aktiviteter, men også perioder uden støj.

7.3 Afværgeforanstaltninger – Elektrificering

For at begrænse støj- og vibrationspåvirkningen hos naboerne mest muligt, vil det tilstræbes at anlægsarbejderne så vidt det er muligt udføres i dagtimerne - særligt i de områder, hvor der er mange naboer tæt på jernbanen. Imidlertid betyder behovet for at opretholde togtrafikken og at enkelte arbejder derfor planlægges udført udenfor dagperioden, at der i nogen udstrækning også vil blive arbejdet i aften- og nattetimerne og i weekender.

På steder eller ved anlægsaktiviteter som forventes at medføre væsentlige støj- og vibrationspåvirkninger skal det i den videre detailprojekteringsfase vurderes om arbejdet kan tilrettelægges på en anden måde f.eks. ved brug af færre maskiner samtidig eller ved at benytte mindre støjende/vibrationstunge arbejdsmetoder.

På steder, hvor der forventes væsentlige støjpåvirkninger i længere perioder, vil det blive vurderet om det er muligt at etablere støjafskærmning omkring arbejdspladsen i forhold til de nærmeste naboer. Støjskærme kan erfaringsmæssigt reducere støjen med ca. 5-8 dB ved naboejendomme

beliggende tæt på arbejdspladsen. I større afstande fås en mindre virkning af en evt. støjafskærmning.

Banedanmark vil løbende informere naboer om kommende anlægsarbejder, herunder anlægsaktiviteter der kan medføre væsentlige støj- og vibrations påvirkninger. Inden igangsættelse af særligt støjende/vibrationstunge anlægsaktiviteter informeres de nærmeste naboer om anlægsarbejdets formål, arbejdsperioder og forventet varighed.

I helt særlige situationer kan naboer som udsættes for meget store gener fra anlægsarbejder, og hvor det ikke er muligt at etablere andre afværgeforanstaltninger, tilbydes midlertidig genhusning i den periode hvor arbejdet foregår.

Vurdering af miljøpåvirkningen er foretaget for den anlægsaktivitet som giver den største gene fra støj og/eller vibrationer. Effekten af afværgeforanstaltninger - og dermed miljøpåvirkning efter implementering af afværgeforanstaltninger - er ikke vurderet idet der ikke foreligger et tilstrækkeligt nøjagtigt grundlag herfor.

7.4 Hastighedsopgradering

7.4.1 Støj

Baseret på de i afsnit 4.3.1 beregnede grænseværdiafstande (se Tabel 22) er det opgjort hvor mange boliger, der pr. døgn for henholdsvis normal arbejdstid hverdage og øvrige tidsrum vil kunne påvirkes af støjniveauer over grænseværdierne angivet i afsnit 3.1.

Opgørelserne er udført for etablering og ombygning af broer, ændring af jernbanens linjeføring (sporsænkning, kurveudretninger mv.), etablering af støttevægge (spuns) samt ombygning af spor ved stationer.

Antallet af boliger pr. døgn er angivet som "antal hverdag/antal øvrige" og den vurderede miljøpåvirkning er angivet på samme måde som "hverdag/øvrige".

7.4.1.1 Ombygning af broer

I hastighedsopgraderingen er der 18 broer, hvor der udføres ændringer som kun omfatter f.eks. montage af nyt rækværk o.l., hvilket er aktiviteter som ikke vurderes at kunne give en væsentlig støjpåvirkning.

Antallet af opgjorte muligt støjpåvirkede boliger pr. døgn og den heraf afledte miljøpåvirkning ved etablering og ombygning af broer i Fredericia, Vejle, Hedensted og Horsens kommuner fremgår af Tabel 51 - Tabel 54.

Tabel 51: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Fredericia Kommune angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|-------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------------------|--------------------|--|
| 219,5 | Indkørsel fra Kolding | 20456 | Mindre ændringer | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/495 59/14075 | Ingen/ Væsentlig Ingen/ Væsentlig |
| 13,1 | Prangervej | 20460 | Mindre ændringer | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/656 110/15105 | Ingen/ Væsentlig Ingen/ Væsentlig |
| 1,1 | Godsbanen | 20472 | Mindre ændringer | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/337 1/14536 | Ingen/Lille Ingen/ Væsentlig |
| 1,9 | Godsbanetunnel | 20476 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 4,3 | Stoustrupvej | 20504 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 7,0 | Spang Å | 20508 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 7,0 | Brøndstedvej | 20512 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 9,0 | Fiskebækvej | 20514 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |

Tabel 52: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Vejle Kommune angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|--------------------|---------|--|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| 10,7 | Brøndsted Møllevej | 20516 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 11,1 | Møllegade | 20520 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 11,9 | Børkop Station | 20521 | Ny gangbro etableres i forbindelse med elektrificeringen, og broen forlænges i hastighedsopgraderingen | Konstruktionsarbejde | 0/687 | Ingen/Væsentlig |
| 13,0 | Motortrafikvej 28 | 20528 | Sporet sænkes | Sporopbygning Spunsramning | 0/133 17/3144 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 14,8 | Sellerupvej | 20532 | Broen udvides | Sporopbygning | 1/164 | Ingen/Lille |

Tabel 53: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Hedensted Kommune angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|-------|----------------------|---------|----------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 39,0 | V. Hedensted Skovvej | 20639 | Ny bro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/11 7/2856 | Ingen/Lille Ingen/Lille |
| 40,1 | Overholmvej | 20640 | Ny bro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/374 78/3366 | Ingen/Væsentlig Ingen/Lille |
| 340,8 | Hedensted Station | 20641 | Broen hæves | Konstruktionsarbejde | 0/886 | Ingen/Middel |
| 41,0 | Østerbrogade | 20642 | Ny bro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 3/847 275/3585 | Ingen/Væsentlig Lille/Lille |
| 41,1 | Bredgade | 20644 | Ny bro opføres | Konstruktionsarbejde | 1/788 | Ingen/Væsentlig |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|-----------------|------------|------------------|--------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| | | | | Spunsramning | 264/3632 | Lille/Lille |
| 41,4 | Hovedvej A10 | 20648 | Sporet sænkes | Sporopbygning Spunsramning | 3/882 92/3715 | Ingen/ Væsentlig Ingen/Lille |
| 42,3 | Gesagervej | 20653 | Sporet sænkes | Sporopbygning | 1/248 | Ingen/Middel |
| 43,9 | Remmerlund svej | 20654 | Ny bro opføres | Konstruktionsarbejde Spunsramning | 0/233 27/2276 | Ingen/Middel Ingen/Lille |
| 48,8 | Lykkegårdsvej | 20668.0 .1 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 48,8 | Lykkegårdsvej | 20668.0 .2 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |

Tabel 54: Antal af muligt støjpåvirkede boliger i Horsens Kommune angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|----------------|------------|--|-------------------------------|-------------------|--|
| 49,5 | ØIsted Å | 20670 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 50,1 | Vestvejen | 20671 | Fundamenter og bropiller udvides, og brodækket sideskubbes | Sporopbygning | 0/6 | Ingen/Ingen |
| 50,1 | Vestvejen | 20671.0 .1 | | Sporopbygning | 0/6 | Ingen/Ingen |
| 50,8 | Overholm | 20672 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 51,7 | V. Kirkebakken | 20677 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 51,7 | Storegade | 20678 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 55,6 | Sverigesvej | 20681 | Sporet sænkes | Sporopbygning Spunsramning | 0/75 0/11195 | Ingen/Lille Ingen/ Væsentlig |
| 56,1 | Ringvejen | 20682 | Sporet sænkes og fundamenter forstærkes | Sporopbygning Spunsramning | 0/324 11/14935 | Ingen/ Væsentlig Ingen/ Væsentlig |
| 58,7 | Silkeborgvej | 20696 | Mindre ændringer | Konstruktionsarbejde | 0/756 | Ingen/ Væsentlig |
| 59,6 | Hansted Å | 20706 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Væsentligste aktivitet | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------|--------------|---------|------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| 60,1 | Hanstedgård | 20708 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 60,2 | Gl. Århusvej | 20710 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 61,1 | Egebjergvej | 20712 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 66,9 | Langgade | 20738 | Mindre ændringer | - | 0/0 | Ingen/Ingen |
| 69,3 | Helmesvej | 20744 | Mindre ændringer | Spunsramning | 2/884 | Ingen/Lille |

7.4.1.2 Ny sporunderbygning - sideflytning og kurveudretning

Ud over de i kapitel 1 nævnte strækninger med større kurveudretninger vil der i Fredericia, Vejle, Hedensted og Horsens kommuner være steder, hvor sporene sideflyttes mere end 0,2 m og der derfor vil forekomme anlægsarbejder med udbygning af dæmninger, ny sporunderbygning og ballast. Der vil ved nogle sideflytninger blot forekomme påfyldning og genindbygning af skærver, sporjustering og skinneslibning. Alle disse aktiviteter flytter sig langs jernbanetracéet, hvorfor støjpåvirkningen af den enkelte nabo tæt på jernbanen vil være af relativ kort varighed. F. eks. foregår sporjustering og skinneslibning med 2-5 km/t, mens jordarbejder vil kunne foregå på samme lokalitet i længere tid.

Den samlede længde af jernbanen, hvor der foretages ny sporunderbygning og kurveudretning er opgjort pr. kommune for Fredericia, Vejle, Hedensted og Horsens kommuner. For hver kommune er det efterfølgende opgjort, hvor mange boliger der i hele perioden vil kunne blive støjpåvirkede med værdier over henholdsvis 70 og 40 dB. Resultat af opgørelsen fremgår af Tabel 55.

Tabel 55: Antal af muligt støjpåvirkede boliger ved ny sporunderbygning, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Kommune | Samlet km ny sporunderbygning | Boliger | Miljøpåvirkning |
|------------|-------------------------------|---------|-----------------|
| Fredericia | 8,0 | 2/2777 | Ingen/Væsentlig |
| Vejle | 4,8 | 11/1533 | Lille/Væsentlig |
| Hedensted | 7,9 | 9/2667 | Ingen/Væsentlig |
| Horsens | 11,3 | 11/4957 | Lille/Væsentlig |

7.4.1.3 Etablering af støttevægge (spuns)

Større sporsænkninger på jernbanestrækningen som hastighedsopgraderes medfører, at der skal etableres såvel permanente som midlertidige støttevægge. Det er forudsat, at støttevægge etableres med nedramning af jernspuns. Jf. erfaringstal vil der kunne rammes 10-15 m spuns pr. dag. De fleste støttevægge er fra 25-50 m lange, et par stykker er ca. 100 m og de længste er henholdsvis 700 og 1200 m lange.

Da arbejdet bevæger sig langs jernbanen, vil støjpåvirkningen løbende flytte sig. Dog vil der ved de korte støttevægge ikke opleves de store ændringer fra påbegyndelse til afslutning af spunsramningen.

Ved de lange støttevægge vil naboer tæt på jernbanen opleve at støjen reduceres efterhånden som arbejdet flytter sig langs jernbanen. Omvendt vil naboer i større afstande ikke opleve de store ændringer, da afstanden til støjilden ikke ændres væsentligt, selvom aktiviteten flyttes langs jernbanen.

Antallet af opgjorte muligt støjpåvirkede boliger pr. døgn og den heraf afledte miljøpåvirkning ved etablering af støttevægge fremgår af Tabel 56.

Tabel 56: Antal af muligt støjpåvirkede boliger ved etablering af støttevægge, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Støttevæg | Km | Længde | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|--------------------------|------|--------|------------------|-----------------|
| Vejle Kommune | | | | |
| A4-1 | 12,0 | 25 | 173/2513 | Lille/Lille |
| A4-2 | 13,1 | 35 | 13/3202 | Ingen/Middel |
| A4-3 | 13,2 | 25 | 13/3205 | Ingen/Lille |
| A4-4 | 15,3 | 49 | 5/1915 | Ingen/Lille |
| Hedensted Kommune | | | | |
| A6-1 | 38,4 | 110 | 9/1653 | Ingen/Middel |
| A6-2 | 38,4 | 60 | 9/1653 | Ingen/Lille |
| A6-3 | 39,0 | 40 | 7/2805 | Ingen/Middel |
| A6-4 | 39,7 | 45 | 13/3287 | Ingen/Middel |
| A6-5 | 41,1 | 37 | 281/3649 | Lille/Middel |
| A6-6 | 41,2 | 19 | 231/3670 | Lille/Lille |
| A6-7 | 41,3 | 17 | 203/3689 | Ingen/Lille |
| A6-8 | 41,3 | 20 | 128/3709 | Ingen/Lille |
| A6-9 | 41,4 | 73 | 83/3732 | Lille/Væsentlig |
| A6-10 | 42,0 | 83 | 5/3915 | Ingen/Væsentlig |
| A6-11 | 42,1 | 40 | 5/3904 | Ingen/Middel |
| A6-12 | 42,2 | 82 | 2/3960 | Ingen/Væsentlig |
| A6-13 | 49,4 | 720 | 4/925 | Ingen/Væsentlig |
| A6-int | 41,2 | 1230 | 379/4353 | Lille/Væsentlig |
| Horsens Kommune | | | | |
| A8-1 | 63,5 | 150 | 2/537 | Ingen/Lille |
| A8-2 | 65,4 | 75 | 3/396 | Ingen/Lille |

7.4.1.4 Ombygning af spor på stationer

Som beskrevet i kapitel 1 vil der på nogle stationer⁴ skulle foretages ombygning af spor og perroner for at hastigheden kan øges for de gennemkørende tog. Varigheden for ombygning ved stationer er antaget at være ca. 60 dage. Antallet af opgjorte muligt støjpåvirkede boliger pr. døgn og den heraf afledte miljøpåvirkning ved ombygning af stationer fremgår af Tabel 57.

Tabel 57: Antal af muligt støjpåvirkede boliger ved ombygning af spor ved stationer, angivet som "hverdag kl. 07-18/øvrige tidsrum".

| Station | Km | Boliger pr. døgn | Miljøpåvirkning |
|------------|------|------------------|-----------------|
| Fredericia | 0,0 | 0/1427 | Ingen/Væsentlig |
| Børkop | 11,9 | 7/860 | Lille/Væsentlig |
| Brejning | 14,8 | 1/161 | Ingen/Middel |
| Hedensted | 40,8 | 3/1041 | Ingen/Væsentlig |
| Horsens | 57,1 | 0/2235 | Ingen/Væsentlig |

7.4.2 Vibrationer

Under udførelsen af hastighedsopgraderingen vurderes spor- og konstruktionsrelaterede anlægsaktiviteter jf. Tabel 28 at været forbundet med størst risiko for vibrationsgener.

Baseret på grænseværdiafstandene estimeret for hver af de undersøgte vibrationstunge anlægsaktiviteter jf. Figur 11 og Figur 12 opgøres antallet af selvstændige bygninger, der befinder sig inden for afstanden, og dermed overskrider de respektive grænseværdier.

Opgørelserne er udført for henholdsvis ny sporunderbygning, etablering og ombygning af broer, etablering af støttevægge (spuns) samt ombygning af perroner.

Af undersøgelsen fremgår udelukkende anlæg, der kan forventes at medføre en påvirkning af omgivelserne, og vibrationspåvirkningen vurderes konservativt ud fra den mest vibrationstunge aktivitet ved hvert anlæg.

7.4.2.1 Ny sporunderbygning

Hvor hastighedsopgraderede spor flyttes i forhold til eksisterende spor, indføres ny sporunderbygning og ballasten kompakteres ved genindbygning af skærver af en skinnelørende vibreringsmaskine (HO-I).

Som angivet i Tabel 58 estimeres ialt 19 bygninger at risikere bygningskader som følge af kompaktering, hvilket må betragtes som en væsentlig påvirkning.

⁴ Fredericia, Børkop, Brejning, Hedensted og Horsens

Vibrationsbelastningen kan afværges ved ikke at kompaktere ballasten med vibreringsmaskine, men i stedet lade ballasten sætte sig over tid ved passager af tog. Denne afværge kræver dog af sikkerhedsmæssige årsager sandsynligvis at togene passerer med nedsat hastighed i en periode.

For hvad angår påvirkningen af vibrationskomforten, må der forventes overskridelser af grænseværdien for en større mængde bebyggelser langs strækninger med ny sporunderbygning, men da varigheden er få timer betragtes dette som værende en lille påvirkning og uden behov for afværger.

Tabel 58: Potentielt antal bygningsskader fra ny sporunderbygning fordelt på berørte kommuner.

| Kommune | Vibrering af ballast | Vibrationspåvirkning |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| Vejle Kommune | 4 | Væsentlig |
| Hedensted Kommune | 5 | Væsentlig |
| Horsens Kommune | 10 | Væsentlig |

7.4.2.2 Etablering og ombygning af broer

For etablering og ombygning af broer er påvirkningen vurderet i forhold til nedbringning af spunsvægge ved broer (HO-II) samt pælefundering (HO-III).

Opgørelsen er i følgende Tabel 59 til Tabel 66 opdelt på vurderingen af henholdsvis bygningsskadelige vibrationer og vibrationskomfort fordelt på de berørte kommuner.

For hvert anlæg præsenteres antallet af bygninger inden for grænseværdiafstanden til henholdsvis ramning og vibrering af spuns.

Nedrivningen af broer vil ikke medføre vibrationsbelastede bygninger, og præsenteres derfor ikke i følgende tabeller.

Der er ikke kommunale tilvalg eller alternativer tilknyttet hastighedsopgraderingen.

Risiko for bygningskader

Tabel 59: Fredericia Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|-------|-----------------------|---------|--|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 219,5 | Indkørsel fra Kolding | 20456 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 13,1 | Prangervej | 20460 | Mindre ændringer (Ændring af fundament er) | 2 | 1 | Væsentlig |
| 1,1 | Godsbanen | 20472 | Mindre ændringer (Ændring af fundament er) | 1 | 1 | Væsentlig |
| 1,9 | Godsbanetunnel | 20476 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 4,3 | Stoustrupvej | 20504 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 7,0 | Spang Å | 20508 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 7,0 | Brøndstedvej | 20512 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 9,0 | Fiskebækvej | 20514 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 60: Vejle Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|--------------------|---------|---|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 10,7 | Brøndsted Møllevej | 20516 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 11,1 | Møllegade | 20520 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 11,9 | Børkop Station | 20521 | Ny gangbro etableres i forbindelse med elektrificeringen, | 0 | 0 | Ingen |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|-------------------|---------|--|--------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | og broen forlænges i hastighedsopgraderingen | | | |
| 13,0 | Motortrafikvej 28 | 20528 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 14,8 | Sellerupvej | 20532 | Broen udvides | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 61: Hedensted Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|--------------------------------|---------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 39,0 | V. Hedensted Skovvej | 20639 | Ny bro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 40,1 | Overholmvej | 20640 | Ny bro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 40,9 | Hedensted Station | 20641 | Broen hæves | 2 | 0 | Væsentlig |
| 41,0 | Hedensted Station Østerbrogade | 20642 | Ny bro opføres | 3 | 1 | Væsentlig |
| 41,1 | Bredgade | 20644 | Ny bro opføres | 2 | 0 | Væsentlig |
| 41,4 | Hovedvej A10 | 20648 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 42,3 | Gesagervej | 20653 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |
| 43,9 | Remmerlundsvej | 20654 | Ny bro opføres | 0 | 0 | Ingen |
| 48,8 | Lykkegårdsvej | 20668.0 .1 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 48,8 | Lykkegårdsvej | 20668.0 .2 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 62: Horsens Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|----------------|-----------|---|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 49,5 | Ølsted Å | 20670 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 50,1 | Vestvejen | 20671 | Fundament er og bropiller udvides, og brodækket sideskubbes | 0 | 0 | Ingen |
| 50,1 | Vestvejen | 20671.0.1 | | 0 | 0 | Ingen |
| 50,8 | Overholmvej | 20672 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 51,7 | V. Kirkebakken | 20677 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 51,7 | Storegade | 20678 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 55,6 | Sverigesvej | 20681 | Sporet sænkes | 1 | 0 | Væsentlig |
| 56,1 | Ringvejen | 20682 | Sporet sænkes og fundament er forstærkes | 0 | 0 | Ingen |
| 58,7 | Silkeborgvej | 20696 | Mindre ændringer (Ændring af fundament er) | 1 | 0 | Væsentlig |
| 59,6 | Hansted Å | 20706 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 60,1 | Hanstedgård | 20708 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 60,2 | Gl. Århusvej | 20710 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 61,1 | Egebjergvej | 20712 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 66,9 | Langgade | 20738 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|-----------|------------------|----------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 69,3 | Helmsvej | 20744 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |

Vibrationskomfort

Tabel 63: Fredericia Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|-----------|-----------------------|----------------|--|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 219,5 | Indkørsel fra Kolding | 20456 | Mindre ændringer (Ændring af fundament er) | 13 | 3 | Middel |
| 13,1 | Prangervej | 20460 | Mindre ændringer (Ændring af fundament er) | 48 | 18 | Væsentlig |
| 1,1 | Godsbanen | 20472 | Mindre ændringer (Ændring af fundament er) | 6 | 1 | Lille |
| 1,9 | Godsbanetunnel | 20476 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 4,3 | Stoustrupvej | 20504 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 7,0 | Spang Å | 20508 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 7,0 | Brøndstedvej | 20512 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 9,0 | Fiskebækvej | 20514 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 64: Vejle Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|--------------------|---------|--|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 10,7 | Brøndsted Møllevej | 20516 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 11,1 | Møllegade | 20520 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 11,9 | Børkop Station | 20521 | Ny gangbro etableres i forbindelse med elektrificeringen, og broen forlænges i hastighedsopgraderingen | 0 | 0 | Ingen |
| 13,0 | Motortrafikvej 28 | 20528 | Sporet sænkes | 1 | 0 | Lille |
| 14,8 | Sellerupvej | 20532 | Broen udvides | 17 | 4 | Middel |

Tabel 65: Hedensted Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|--------------------------------|---------|----------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 39,0 | V. Hedensted Skovvej | 20639 | Ny bro opføres | 6 | 5 | Lille |
| 40,1 | Overholmvej | 20640 | Ny bro opføres | 8 | 0 | Lille |
| 40,9 | Hedensted Station | 20641 | Broen hæves | 23 | 7 | Væsentlig |
| 41,0 | Hedensted Station Østerbrogade | 20642 | Ny bro opføres | 28 | 10 | Væsentlig |
| 41,1 | Bredgade | 20644 | Ny bro opføres | 40 | 10 | Væsentlig |
| 41,4 | Hovedvej A10 | 20648 | Sporet sænkes | 0 | 0 | Ingen |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|-----------------|---------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 42,3 | Gesagervej | 20653 | Sporet sænkes | 1 | 0 | Lille |
| 43,9 | Remmerlunds-vej | 20654 | Ny bro opføres | 9 | 2 | Lille |
| 48,8 | Lykkegårdsvej | 20668.0 .1 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 48,8 | Lykkegårdsvej | 20668.0 .2 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |

Tablet 66: Horsens Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|----------------|---------------|---|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 49,5 | Ølsted Å | 20670 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 50,1 | Vestvejen | 20671 | Fundament | 0 | 0 | Ingen |
| 50,1 | Vestvejen | 20671.0 .1 | er og bropiller udvides, og brodækket sideskubbes | 0 | 0 | Ingen |
| 50,8 | Overholmvej | 20672 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 51,7 | V. Kirkebakken | 20677 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 51,7 | Storegade | 20678 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 55,6 | Sverigesvej | 20681 | Sporet sænkes | 19 | 5 | Middel |
| 56,1 | Ringvejen | 20682 | Sporet sænkes og fundament er forstærkes | 0 | 0 | Ingen |
| 58,7 | Silkeborgvej | 20696 | Mindre ændringer (Ændring af | 26 | 3 | Væsentlig |

| Km | Lokalitet | Bro nr. | Løsning | Ramning af pæle og spuns | Vibrering af spuns | Vibrationspåvirkning |
|------|--------------|---------|--|--------------------------|--------------------|----------------------|
| | | | fundament er) | | | |
| 59,6 | Hansted Å | 20706 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 60,1 | Hanstedgård | 20708 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 60,2 | Gl. Århusvej | 20710 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 61,1 | Egebjergvej | 20712 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 66,9 | Langgade | 20738 | Mindre ændringer | 0 | 0 | Ingen |
| 69,3 | Helmsvej | 20744 | Mindre ændringer (Forstærkning af endevægge) | 2 | 2 | Lille |

7.4.2.3 Etablering af støttevægge (spuns)

For etablering af støttevægge (HO-IV) antages de 19 undersøgte støttevægge, at udføres med spunsjern.

Opgørelsen er i følgende Tabel 67 til Tabel 72 opdelt på vurderingen af henholdsvis bygningskadelige vibrationer og vibrationskomfort fordelt på de berørte kommuner.

For hvert anlæg præsenteres antallet af bygninger inden for grænseværdiafstanden til henholdsvis ramning eller vibrering af spuns.

Risiko for bygningskader

Tabel 67: Vejle Kommune – potentielt antal bygningskader for støttevægge.

| Km start | Km slut | Lokalitet | Sporside | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|---|----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| 12,0 | 12,0 | Langs Enggade i Børkop | Højre | 25 | 2 | 2 | Væsentlig |
| 13,1 | 13,2 | Ved Toftumvej mellem Børkop og Brejning | Venstre | 35 | 2 | 1 | Væsentlig |
| 13,2 | 13,2 | Ved Toftumvej | Højre | 25 | 2 | 1 | Væsentlig |

| Km start | Km slut | Lokalitet | Sporside | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|-----------------------------------|----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| | | mellem Børkop og Brejning | | | | | |
| 15,3 | 15,3 | Langs Sellerup Vangvej i Brejning | Højre | 49 | 0 | 0 | Ingen |

Tabel 68: Hedensted Kommune – potentielt antal bygningskader for støttevægge.

| Km start | Km slut | Lokalitet | Sporside | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|-----------------------------------|----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| 38,4 | 38,5 | Ved Søkærvej i Hedensted | Højre | 25 | 2 | 1 | Væsentlig |
| 38,4 | 38,5 | Ved Søkærvej i Hedensted | Venstre | 35 | 2 | 2 | Væsentlig |
| 39,0 | 39,0 | Ved Hedensted Skovvej i Hedensted | Venstre | 25 | 3 | 1 | Væsentlig |
| 39,7 | 39,8 | Ved Overholmvej i Hedensted | Højre | 49 | 1 | 0 | Ingen |
| 41,1 | 41,2 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 37 | 1 | 1 | Væsentlig |
| 41,2 | 42,4 | Langs banen i Hedensted | Mellem | 1230 | 11 | 5 | Væsentlig |
| 41,3 | 41,3 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 17 | 3 | 1 | Væsentlig |
| 41,3 | 41,3 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 20 | 1 | 0 | Væsentlig |
| 41,4 | 41,5 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 73 | 2 | 1 | Væsentlig |
| 42,0 | 42,1 | Langs Løsningvej i Hedensted | Højre | 83 | 1 | 1 | Væsentlig |
| 42,1 | 42,1 | Langs Løsningvej i Hedensted | Højre | 40 | 2 | 1 | Væsentlig |
| 42,2 | 42,2 | Ved GM Plast i Hedensted | Venstre | 82 | 1 | 0 | Væsentlig |

Tabel 69: Horsens Kommune – potentielt antal bygningskader for støttevægge.

| Km start | Km slut | Lokalitet | Sporside | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|----------------------------------|----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| 49,4 | 50,1 | Ved Vestvejen ved Hatting | Mellem | 720 | 0 | 0 | Ingen |
| 63,5 | 63,7 | Ved Kannerupvej ved Serridslev | Højre | 150 | 1 | 0 | Væsentlig |
| 65,4 | 65,5 | Ved Serridslevvej ved Serridslev | Højre | 75 | 2 | 2 | Væsentlig |

Vibrationskomfort

Tabel 70: Vejle Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km start | Km slut | Lokalitet | Spor side | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|---|-----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| 12,0 | 12,0 | Langs Enggade i Børkop | Højre | 25 | 24 | 11 | Væsentlig |
| 13,1 | 13,2 | Ved Toftumvej mellem Børkop og Brejning | Venstre | 35 | 7 | 3 | Lille |
| 13,12 | 13,2 | Ved Toftumvej mellem Børkop og Brejning | Højre | 25 | 7 | 3 | Lille |
| 15,3 | 15,3 | Langs Sellerup Vangvej i Brejning | Højre | 49 | 3 | 2 | Lille |

Tabel 71: Hedensted Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km start | Km slut | Lokalitet | Spor side | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|-----------------------------------|-----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| 38,4 | 38,5 | Ved Søkærvej i Hedensted | Højre | 25 | 7 | 4 | Lille |
| 38,4 | 38,5 | Ved Søkærvej i Hedensted | Venstre | 35 | 7 | 3 | Lille |
| 39,0 | 39,0 | Ved Hedensted Skovvej i Hedensted | Venstre | 25 | 7 | 5 | Lille |
| 39,7 | 39,8 | Ved Overholmvej i Hedensted | Højre | 49 | 1 | 1 | Lille |
| 41,1 | 41,2 | Langs banen i | Venstre | 37 | 46 | 14 | Væsentlig |

| Km start | Km slut | Lokalitet | Spor side | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|------------------------------|-----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| | | Hedensted | | | | | |
| 41,2 | 42,4 | Langs banen i Hedensted | Mellem | 1230 | 147 | 47 | Væsentlig |
| 41,3 | 41,3 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 19 | 41 | 15 | Væsentlig |
| 41,3 | 41,3 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 17 | 29 | 8 | Væsentlig |
| 41,4 | 41,5 | Langs banen i Hedensted | Venstre | 20 | 21 | 5 | Væsentlig |
| 42,0 | 42,1 | Langs Løsningvej i Hedensted | Højre | 73 | 3 | 1 | Lille |
| 42,1 | 42,1 | Langs Løsningvej i Hedensted | Højre | 83 | 4 | 3 | Lille |
| 42,2 | 42,2 | Ved GM Plast i Hedensted | Venstre | 40 | 3 | 1 | Lille |

Tabel 72: Horsens Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km start | Km slut | Lokalitet | Spor side | Længde (m) | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|----------|---------|----------------------------------|-----------|------------|---------|-----------|----------------------|
| 49,4 | 50,1 | Ved Vestvejen ved Hatting | Mellem | 720 | 1 | 0 | Lille |
| 63,5 | 63,7 | Ved Kannerupvej ved Serridslev | Højre | 150 | 4 | 1 | Lille |
| 65,4 | 65,5 | Ved Serridslevvej ved Serridslev | Højre | 75 | 3 | 2 | Lille |

7.4.2.4 Ombygning af perroner

For ombygningen af perroner (HO-V) antages det, at der udføres spunsarbejde i forbindelse med forlængelse og forskydning af perroner.

Opgørelsen er i følgende Tabel 73 og Tabel 74 opdelt på vurderingen af henholdsvis bygningskadelige vibrationer og vibrationskomfort.

For hvert anlæg præsenteres antallet af bygninger inden for grænseværdiafstanden til henholdsvis ramning eller vibrering af spuns.

Risiko for bygningskader

Tabel 73: Vejle Kommune – potentielt antal bygningskader for broanlæg.

| Km | Station | Løsning | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|------|----------|-----------------------|---------|-----------|----------------------|
| 11,8 | Børkop | Forlængelse af perron | 4 | 0 | Væsentlig |
| 15,6 | Brejning | Forskydning af perron | 1 | 1 | Væsentlig |

Vibrationskomfort

Tabel 74: Vejle Kommune – potentielt antal belastede bygninger ift. vibrationskomfort.

| Km | Station | Løsning | Ramning | Vibrering | Vibrationspåvirkning |
|------|----------|-----------------------|---------|-----------|----------------------|
| 11,8 | Børkop | Forlængelse af perron | 16 | 5 | Middel |
| 15,6 | Brejning | Forskydning af perron | 18 | 5 | Middel |

7.5 Sammenfatning

I forbindelse med hastighedsopgraderingen vil der blive udført støjende anlægsaktiviteter i forbindelse med ændring af 19 broer. Der vil for alle 19 broer være en ubetydelig miljøpåvirkning, hvis anlægsaktiviteterne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der ved 11 broer være en væsentlig miljøpåvirkning, ved tre broer en middel miljøpåvirkning, ved fire broer en lille miljøpåvirkning og ved de resterende to broer vil der være en ubetydelig miljøpåvirkning.

Der vil være steder, hvor sporene sideflyttes, og der derfor vil forekomme anlægsarbejder med forstærkning af dæmninger, ny sporunderbygning og ballast mv. Der vil bl.a. forekomme jordarbejder, påfyldning og genindbygning af skærver, sporjustering og skinneslibning. Alle disse aktiviteter flytter sig langs jernbanetracéet, hvorfor miljøpåvirkningen af den enkelte nabo tæt på jernbanen vil være af få dages varighed. Når anlægsaktiviteterne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage, vil der være en ubetydelig eller en lille miljøpåvirkning. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der være en væsentlig miljøpåvirkning.

Større sporsænkninger på strækningen som hastighedsopgraderes medfører at skal der etableres 19 permanente og en midlertidig støttevægge, hvilket typisk sker ved nedramning af jernspuns. De fleste støttevægge er 25 - 50 m lange, mens de længste er henholdsvis 700 og 1200 m lange. Ved de korte støttevægge vil der ikke opleves væsentlige ændringer af miljøpåvirkningen fra påbegyndelse til afslutning af spunsramningen, selvom arbejdet løbende flyttes langs jernbanen. Ved de lange støttevægge vil naboer tæt på jernbanen opleve at støjen reduceres efterhånden som arbejdet flytter sig langs jernbanen. Omvendt vil naboer i større afstande ikke opleve de store ændringer, da afstanden til støjilden ikke ændres væsentligt, selvom

aktiviteten flyttes langs jernbanen. Når spunsramningen udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage vil der ved fem støttevægge være en lille miljøpåvirkning, og ved de resterende være en ubetydelig miljøpåvirkning. Hvis anlægsaktiviteterne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der fem steder være en væsentlig miljøpåvirkning og ved de resterende være en lille eller middel miljøpåvirkning.

For at kunne øge toghastigheden vil der på Fredericia, Børkop, Brejning, Hedensted og Horsens stationer skulle foretages ombygning af spor og perroner. Der vil bl.a. forekomme forskellige konstruktionsarbejder, påfyldning og genindbygning af skærver, sporjustering og skinneslibning. Når anlægsarbejderne udføres indenfor normal arbejdstid på hverdage vil der ved Børkop Station være en lille miljøpåvirkning, og ved de øvrige stationer en ubetydelig miljøpåvirkning. Hvis anlægsarbejderne udføres i øvrige tidsrum dvs. aften, nat eller weekend, så vil der ved Brejning Station være en middel miljøpåvirkning og ved de øvrige stationer være en væsentlig miljøpåvirkning.

Nogle anlægsaktiviteter vil være af kortere varighed f.eks. ramning af spuns og nogle vil være af længere varighed f.eks. konstruktions- og jordarbejder. De enkelte naboer vil i løbet af anlægsperioden opleve perioder med forskellige støjende aktiviteter, men også perioder uden støj.

7.6 Afværgeforanstaltninger - Hastighedsopgradering

For at begrænse støj- og vibrationspåvirkningen hos naboerne mest muligt, vil det tilstræbes at anlægsarbejderne så vidt det er muligt udføres i dagtimerne - særligt i de områder, hvor der er mange naboer tæt på jernbanen. Imidlertid betyder behovet for at opretholde togtrafikken og at enkelte arbejder derfor planlægges udført udenfor dagperioden, dvs. at der i nogen udstrækning også vil blive arbejdet i aften- og nattetimerne og i weekender.

På steder eller ved anlægsaktiviteter som forventes at medføre væsentlige støj- og vibrationspåvirkninger vil det i den videre detailprojekteringsfase blive vurderet om arbejdet kan tilrettelægges på en anden måde f.eks. ved brug af færre maskiner samtidig eller ved at benytte mindre støjende/vibrationstunge arbejdsmetoder.

På steder, hvor der forventes væsentlige støjpåvirkninger i længere perioder, vil det blive vurderet om det er muligt at etablere støjafskærmning omkring arbejdspladsen i forhold til de nærmeste naboer. Støjskærme kan erfaringsmæssigt reducere støjen med ca. 5-8 dB ved naboejendomme beliggende tæt på arbejdspladsen. I større afstande fås en mindre virkning af en evt. støjafskærmning.

Banedanmark vil løbende informere naboer om kommende anlægsarbejder, herunder anlægsaktiviteter der kan medføre væsentlige støj- og vibrationspåvirkninger. Inden igangsættelse af særligt

støjende/vibrationstunge anlægsaktiviteter informeres de nærmeste naboer om anlægsarbejdets formål, arbejdsperioder og forventet varighed.

For særligt vibrationstunge aktiviteter i umiddelbar nærhed af bebyggelse eller i kritiske områder med mange berørte naboer, kan der vise sig behov for kontinuerligt at overvåge støj- og vibrationsbelastningen i korte perioder. Der vil ved entreprenørens detailplanlægning af disse aktiviteter blive taget stilling til valg af nødvendige positioner til opsætning af måleudstyr.

I helt særlige situationer kan naboer som udsættes for meget store gener fra anlægsarbejder, og hvor det ikke er muligt at etablere andre afværgeforanstaltninger, tilbydes midlertidig genhusning i den periode hvor arbejdet foregår.

Vurdering af miljøpåvirkningen er foretaget for den anlægsaktivitet som giver den største gene fra støj og/eller vibrationer. Effekten af afværgeforanstaltninger - og dermed miljøpåvirkning efter implementering af afværgeforanstaltninger - er ikke vurderet idet der ikke foreligger et tilstrækkeligt nøjagtigt grundlag herfor.

8 Konsekvenser i driftsfasen – varige påvirkninger

I driftsfasen vil der opstå støj og vibrationer som følge af driften på den elektrificerede og hastighedsopgradede jernbane, og miljøpåvirkningerne herfra er vurderet i de følgende afsnit.

8.1 Elektrificering

8.1.1 Støj

De støjmæssige effekter af elektrificeringsprojektet er ikke behandlet selvstændigt, men potentielle varige påvirkninger er i stedet indregnet i undersøgelsen af hastighedsopgraderingen, der forudsætter en elektrificering af strækningen, se afsnit 8.2.1.

8.1.2 Vibrationer

De miljømæssige effekter fra elektrificeringsprojektet er ikke behandlet selvstændigt, men potentielle varige påvirkninger er i stedet indregnet i undersøgelsen af hastighedsopgraderingen, der forudsætter en elektrificering af strækningen, se afsnit 8.2.2.

8.2 Hastighedsopgradering

8.2.1 Støj

Støjforholdene efter en hastighedsopgradering (2030) er belyst ved at opgøre antallet af støjbelastede boliger langs med jernbanen.

Antallet af støjbelastede boligenheder i fremtidens situation efter hastighedsopgraderingen er opgjort til i alt 465.

Antallet af støjbelastede boligenheder i fremtidens situation fordelt på bygningsanvendelse fremgår af Tabel 75.

Tabel 75: Antallet af støjbelastede boliger i fremtidens situation. Der opereres med to indikatorer hhv. årsmiddelværdien L_{den} og maksimalværdien L_{Amax} . I første kolonne angives antal boliger som har $L_{den} \geq 64$ dB - og dvs. L_{Amax} kan være både under og over 85 dB. I næste kolonne er angivet antal boliger hvor kun L_{Amax} er bestemmende dvs. $L_{Amax} \geq 85$ dB og $L_{den} < 64$ dB.

| Bygningsanvendelse | $L_{den} \geq 64$ dB | $L_{den} < 64$ & $L_{Amax} \geq 85$ dB | SBT |
|-------------------------------------|----------------------|---|-------------|
| Fredericia Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 12 | 39 | 1,2 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 2 | 0 | 0,2 |
| Vejle Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 18 | 22 | 2,0 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 1 | 16 | 0,1 |
| Hedensted Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 53 | 54 | 7,1 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 22 | 16 | 2,6 |
| Horsens Kommune | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 80 | 86 | 9,8 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 9 | 35 | 0,8 |
| Total | | | |
| Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m. | 163 | 201 | 20,1 |
| Etageboliger og kollegielejligheder | 34 | 67 | 3,8 |
| Sum | 197 | 268 | 23,9 |

Af de opgjorte 197 støjbelastede boliger med L_{den} over 64 dB har de 192 L_{Amax} , som er over 85 dB. Der er på strækningen 268 boliger, hvor L_{Amax} er over 85 dB, og L_{den} er under 64 dB.

Udover de opgjorte støjbelastede boliger vil der være i alt to bygninger med anvendelse til døgninstitution, hvor L_{den} er over 64 dB eller L_{Amax} er over 85 dB.

Efter hastighedsopgradering (og elektrificering) køres der med nyt, mindre støjende materiel, men dog med højere hastighed. Antallet af boliger som i 0-alternativet vil have L_{den} over 64 dB reduceres markant, hvorved det samlede SBT også falder. Fremtidens anvendelse af mindre støjende materiel opvejer således den forøgede hastighed. Antallet af boliger som har L_{Amax} over 85 dB vil være stort set uændret i forhold til 0-alternativet, da det er den samme togtype, og med samme hastighed, der er årsag til støjpåvirkning med L_{Amax} over 85 dB.

8.2.2 Vibrationer

Der er for hastighedsopgraderingens hovedforslag (2030) udført beregninger af vibrationskomfort og strukturlyd i bygningsenhederne inden for en afstand af 50 m til linjeføringen.

Spor og sveller forudsættes genanvendt på hastighedsopgraderede strækninger, og sporets overbygningstype er derfor uforandret. Scenariet, der i hastighedsopgraderingen beregnes at give anledning til de kraftigste vibrationer, er godstog med en maksimal hastighed på 100 km/t. Belastede bygningsenheder er opgjort for aften- og natteperioder, hvor der generelt gælder de strengeste krav til vibrationskomfort og strukturlyd.

Banedanmark arbejder i planlægningen med et væsentlighedskriterium for vibrationskomfort på 2 dB, således at der skal være en forøgelse på 2 dB i forhold til dagens situation, for at forøgelsen betragtes som en forværret gene.

Ingen bebyggelser langs strækningen forudsættes eksproprieret i undersøgelsen på grund af vibrationer.

I kortlægningen af vibrationsbelastningen fra hastighedsopgraderingen er der i Horsens Kommune identificeret en enkelt bolig med overskridelse af væsentlighedskriteriet relateret til vibrationskomfort, hvilket betragtes som en lille påvirkning fra projektet. Overskridelsen skyldes at linjeføringen rykkes 6 m nærmere den berørte bygning grundet en kurveudretning. Forholdene omkring den vibrationsbelastede bygning undersøges nærmere i projektets detailfase.

8.3 Sammenfatning

Tabel 76 viser en sammenligning af antallet af støjbelastede boliger og støjbelastningstallet (SBT) i henholdsvis dagens situation, 0-alternativet og efter hastighedsopgraderingen. Støjbelastningstallet er et udtryk for, hvor meget et boligområde bliver påvirket af støj. Et støjbelastningstal tæt ved 0 er således udtryk for, at støjforholdene i et boligområde kan betegnes som acceptable.

Resultaterne af støjkortlægningen viser, at det samlede antal støjbelastede boliger langs strækningen vil være 465, hvoraf 422 boliger er beliggende i byerne⁵ langs jernbanestrækningen, hvor hastighedsopgraderingen udføres. Det er færre end i 0-alternativet (487 boliger) og færre end i dagens situation (485 boliger). Reduktionen skyldes, at anvendelsen af mindre støjende materiel opvejer den øgede hastighed.

⁵ Fredericia, Bredstrup, Pjedsted, Børkop, Brejning, Hedensted, Løsning, Hatting, Horsens, Egebjerg og Tvingstrup.

Tabel 76: Antal af støjbelastede boliger, hvor en eller begge grænseværdier på henholdsvis 64 dB for L_{den} og 85 dB for L_{Amax} er overskredet og SBT.

| Kommune | Dagens situation (2016) | 0-alternativ (2030) | Hastighedsopgradering (2030) |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|
| Fredericia | 49 | 49 | 53 |
| Vejle | 55 | 55 | 57 (2) |
| Hedensted | 191 | 162 | 145 (5) |
| Horsens | 190 | 221 | 210 (1) |
| Total antal boligenheder | 485 | 487 | 465 |
| Samlet SBT for boligenheder | 12,7 | 43,6 | 23,9 |

Ved sammenligning af dagens situation og 0-alternativet ses det, at det samlede antal støjbelastede boliger er næsten det samme. I 0-alternativet stiger togmængden, mens materiel og hastigheder er uændret. Det er således boliger som i dagens situation har L_{Amax} over 85 dB, men L_{den} under 64 dB, og hvor L_{den} forøges til over 64 dB, der medfører at det samlede SBT stiger markant (12,7 til 43,6). Med andre ord viser SBT, at der er en højere støjbelastning af de samme boliger. Antallet af boliger som har L_{Amax} over 85 dB vil være stort set uændret.

Ved sammenligning af situationen efter hastighedsopgradering med 0-alternativet ses det, at det samlede antal støjbelastede boliger falder fra 487 til 465. Efter hastighedsopgradering (og elektrificering) køres der med nyt, mindre støjende materiel, men dog med højere hastighed. Antallet af boliger som i 0-alternativet har L_{den} over 64 dB reduceres markant, hvorved det samlede SBT også falder. Anvendelse af mindre støjende materiel opvejer således den forøgede hastighed. Antallet af boliger som har L_{Amax} over 85 dB vil være stort set uændret, da det er den samme togtype, og med samme hastighed, der er årsag til støjpåvirkning med L_{Amax} over 85 dB.

8.4 Afværgeforanstaltninger - Hastighedsopgradering

8.4.1 Støj

Langs den del af jernbanestrækningen, hvor der gennemføres hastighedsopgradering, er boligområder udpeget og afgrænset, og vurderet i forhold til det objektive kriterium ($SBT/km \geq 8$). Hvis det objektive kriterium er overskredet ved et givet boligområde, skal det overvejes at etablere en støjskærm.

De støjmæssige konsekvenser af hastighedsopgraderingen medfører ikke behov for etablering af nye støjskærme.

Tilskud til lydisolering tilbydes til boliger, som bliver støjbelastede som følge af projektet, og hvor der ikke tilbydes anden form for støjbeskyttelse.

Der kan tilbydes tilskud til lydisolering af facaden, dvs. i praksis udskiftning af almindelige vinduer med lydisolerende vinduer og døre mv. De naboer, som opfylder kriterierne for at få økonomisk tilskud til lydisolering, vil efter detailprojekteringen blive kontaktet af Banedanmark. Her informeres om processen og om muligheden for at modtage støtte til lydisolering af boligen.

For at en bolig vil få tilbudt tilskud til lydisolering af Banedanmark, skal et af nedenstående kriterier være opfyldt:

1. Boliger som før projektet havde et støjniveau under grænseværdierne ($L_{den} < 64$ dB eller $L_{Amax} < 85$ dB), og som efter projektet får et støjniveau over grænseværdierne ($L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB).
2. Boliger som før projektet havde et støjniveau over grænseværdierne ($L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB), og som følge af projektet udsættes for en forøgelse af støjniveauet med mindst 1 dB (Banedanmarks væsentlighedskriterium).

Boliger, hvor et af ovennævnte kriterier er opfyldt for enten L_{den} eller L_{Amax} , og som ikke allerede tidligere har fået udført lydisolering gennem Banedanmarks Støjprojekt, vil få tilbudt tilskud til lydisolering. Boligen skal være godkendt som helårsbolig. Støjniveauet beregnet på facaden skal være over 64 dB som årsmiddelværdi (L_{den}) eller 85 dB som maksimalværdi (L_{Amax}) for at komme i betragtning. Hvis parcel- og rækkehuse, stuehuse o.l. har en udnyttet tagetage, hvor støjen overstiger de nævnte grænseværdier, betragtes boligen som støjbelastet. Dette gælder også, selvom grænseværdierne er overholdt ved stueetagen.

Antal boliger som opfylder kriterierne for tilbud om tilskud til lydisolering fremgår af Tabel 77.

Tabel 77: Oversigt over boliger udpeget for tilbud om tilskud til lydisolering af bygningsfacader.

| Kommune | Antal boliger hvor Banedanmarks væsentlighedskriterium er opfyldt | Antal boliger hvor $L_{den} \geq 64$ dB eller $L_{Amax} \geq 85$ dB og som før projektet havde et støjniveau $L_{den} < 64$ dB eller $L_{Amax} < 85$ dB | Total antal boliger udpeget for tilbud om tilskud til lydisolering |
|------------------|---|---|--|
| Fredericia | 0 | 4 | 4 |
| Vejle | 2 | 6 | 8 |
| Hedensted | 5 | 15 | 20 |
| Horsens | 1 | 2 | 3 |
| Hele strækningen | 8 | 27 | 35 |

Der vil være i alt 27 boliger, som før projektet havde et støjniveau under grænseværdierne, og som efter projektet får et støjniveau over grænseværdierne.

Efter projektet vil der være otte boliger, som før projektet havde et støjniveau over grænseværdierne, og som følge af projektet udsættes for en forøgelse af støjniveauet med mindst 1 dB. Dermed opfylder disse boliger Banedanmarks væsentlighedskriterium.

Banedanmark yder tilskud til lydisolering afhængigt af boligens støjbelastning:

$L_{den} > 74 \text{ dB} = 90 \% \text{ tilskud}$

$L_{den} 69-74 \text{ dB} = 75 \% \text{ tilskud}$

$L_{den} 64-69 \text{ dB}$ eller $L_{Amax} > 85 \text{ dB} = 50 \% \text{ tilskud}$

8.4.2 Vibrationer

Som udgangspunkt opnås den mest effektive dæmpning af vibrationer tættest muligt på kilden, dvs. vibrationer fra togdrift dæmpes mest effektivt i sporoverbygningen. Mulighederne for at reducere vibrationerne i boligerne ved foranstaltninger omkring selve bygningerne er i praksis meget begrænsede. I teorien kan man dog afstive gulve, der må vise sig at have en resonansfrekvens, som er sammenfaldende med en kraftig komponent i påvirkningsspektret.

Design af de mest kosteffektive dæmningsforanstaltninger skal baseres på målinger udført ved sporet og tilhørende estimer for det fremtidige niveau i bygninger.

Udbredelsen af vibrationer fra jernbanen til omgivelserne kan begrænses ved at indføre en dæmpning i sporets overbygning i form af opgraderede mellemlæg mellem skinne og svelle, svellesåler mellem svelle og ballast eller ballastmåtter under ballasten.

Vibrationsdæmpning skal som udgangspunkt vurderes sammen med støjledningen fra sporet, eftersom vibrationsdæmpningen kan have en negativ effekt på støjpåvirkningen og omvendt.

I kortlægningen af vibrationsbelastningen fra hastighedsopgraderingen er der i Horsens Kommune identificeret en enkelt bolig med overskridelse af væsentlighedskriteriet relateret til vibrationskomfort, som angivet i Tabel 78.

Tabel 78: Oversigt over afværgeforanstaltninger i driftsfasen for hastighedsopgradering.

| Km | Kommune | Anlægsarbejde/ løsning | Påvirkning | Afværgeforanstaltning |
|------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|
| 63,5 | Horsens Kommune | Kurveudretning | Lille vibrationspåvirk ning | Dæmpning kan indbygges i sporoverbygning. Alternativt kan eksproprieres. |

9 Kumulative effekter

Hvis flere projekter foregår i samme område på samme tid, er det relevant at vurdere deres samlede effekt på miljøet. Det kaldes også den kumulative effekt. Det er vigtigt at forholde sig til den kumulative effekt, da den samlede effekt af flere projekters påvirkninger kan være væsentlig, selvom påvirkningen fra det enkelte projekt isoleret set ikke er det.

Som kumulative virkninger ses på allerede opførte eller planlagte projekter, som – sammen med det undersøgte projekt – kan forstærke konsekvenserne på miljøet. På strækningen Fredericia-Aarhus er identificeret fem større infrastrukturprojekter der sammen med elektrificeringen og hastighedsopgraderingen kan øge miljøpåvirkningerne:

- For at reducere baneafstanden mellem Fredericia og Horsens gennemfører Vejdirektoratet en VVM-undersøgelse for en ny jernbane på tværs af Vejle Fjord. Den nye banestrækning tilsluttes den eksisterende jernbane i niveaufrie udfletninger syd for Vejle Fjord ved Brejning (ca. km 15,0) og nord for Vejle Fjord ved Daugaard (ca. km 40,0).
- Nord for Hatting i Horsens Kommune planlægger Vejdirektoratet etablering af et nyt tilslutningsanlæg på den Østjyske Motorvej for at skabe en mere direkte forbindelse for trafikanter til Horsens Midtby og Horsens Havn. Det nye tilslutningsanlæg forbindes med den eksisterende Hattingvej mod Horsens via en nye forbindelsesvej nord for Hatting. Den nye forbindelsesvej vil medføre ændringer i området omkring jernbanen ved Hattingvej, bro 20680, i km 53,7.
- For at reducere baneafstanden mellem Horsens og Aarhus gennemfører Banedanmark en VVM-undersøgelse for en ny jernbanestrækning mellem Hovedgård og Hasselager. Den nye banestrækningen tilsluttes den eksisterende jernbane syd for Hovedgård i banens ca. km 70,0 og i nord ved Hasselager i banen ca. km 100,0.
- Aarhus Kommune har vedtaget anlæg af en ca. 12 km lang vejforbindelse, Bering-Bedervejen, i det sydlige Aarhus, der skal udgøre en del af en overordnet ringvejsforbindelse rundt om Aarhus. I forhold til jernbanen vil det medføre etablering af en ny bro over banen ved Hovvejen i banens km ca. 98,6.
- Banedanmark gennemfører en VVM-undersøgelse for at elektrificere og kapacitetsudvide Aarhus H samt elektrificere og hastighedsopgradere banestrækningen Aarhus-Lindholm. Omkring banens km 106 syd for Aarhus vil de to projekter elektrificering Fredericia-Aarhus og elektrificering Aarhus-Lindholm mødes.

Støjpåvirkningen fra jernbaner er typisk begrænset til en lokal påvirkning i områder tæt på (< 100 m) jernbanen. Anlæg af andre infrastrukturprojekter, som geografisk er beliggende i stor afstand fra projektet, og hvis eventuelle støjpåvirkning ligeledes er begrænset i udstrækning, vil derfor ikke medføre kumulative effekter i forhold til støjpåvirkningen.

Der vurderes ingen kumulative effekter for hvad angår vibrationspåvirkningen fra projektet. Der kan for de ovennævnte projekter være tale om en lokal påvirkning af det omgivende miljø, men da de foregår geografisk forskellige steder, og påvirkningen fra hvert projekt vurderes at have yderst begrænset udstrækning, vil der ikke være tale om kumulative effekter, som ændrer på størrelsen af nærværende vurdering.

10 Oversigt over mangler i undersøgelsen

10.1 Støj og vibrationer i anlægsfasen

Omfanget og detaljer for de enkelte anlægsaktiviteter kendes ikke i detaljer, og der er derfor gjort en række antagelser vedr. arbejdsprocesser, entreprenørmateriel mv. som vil kunne ændres i detailprojekteringen og planlægning af udførelsen.

Arbejde på midlertidige byggepladser og arbejdskørsel til og fra byggepladser mv. er ikke medtaget i nærværende undersøgelse, da det vurderes at støjen herfra vil have en meget begrænset betydning for den samlede støjpåvirkning i forhold til støjen fra de udvalgte anlægsaktiviteter.

10.2 Støj i driftsfasen

Det trafikale grundlag til beregning af støj fra jernbanen er baseret på prognoser for år 2027 jf. notat "Støjgrundlag Hastighedsopgradering Fredericia-Aarhus" /15/. Af dette notat fremgår ikke togmængder for den del af jernbanestrækningen, hvor der udføres hastighedsopgradering syd for Fredericia Station. Som konsekvens heraf er anvendt de samme trafikmængder som nord for stationen i såvel dagens Situation som i 0-alternativ og hastighedsopgraderingen.

10.3 Vibrationer i driftsfasen

De estimerede vibrationspåvirkninger er baseret på eksisterende viden om undergrunden i projektområdet. Eventuelle lokale variationer i undergrunden, eller refleksioner fra jordlag, vil påvirke det endelige vibrationsniveau betydeligt.

En variation i de specifikke bygningskonstruktioners evne til at overføre vibrationer vil påvirke det endelige vibrationsniveau afhængigt af, hvor meget den specifikke bygning afviger fra det, der er normalt for den pågældende bygningstype.

Informationer fra Bygnings- og Boligregistret (BBR) samt Slots- og Kulturstyrelsens register over fredede og bevaringsværdige bygninger i Danmark (FBB) er benyttet som grundlag for at identificere vibrationsfølsomme bygningsenheder. Det kan dog ikke udelukkes, at der eksisterer bygningskonstruktioner eller aktiviteter i bygninger, som ikke er inkluderet, eller som fremstår ukorrekt.

11 Referencer

- /1/ VVM-redegørelse Elektrificering og Hastighedsopgradering Aarhus H-Lindholm, Banedanmark, 2016.
- /2/ Banedanmarks Eldriftsservitut version 10 af 31.10.2013, Udgave a - Servitut om rådighedsindskrækning i forbindelse med indførelse af elektrisk drift på Banedanmarks hovedstrækninger. Banedanmark, 2013.
- /3/ Anlægsbeskrivelse Elektrificering. Fagnotat, delundersøgelse: Elektrificering Fredericia-Aarhus H. Banedanmark, 2016.
- /4/ Anlægsbeskrivelse Hastighedsopgradering. Fagnotat, delundersøgelse: Hastighedsopgradering Fredericia-Aarhus H. Banedanmark, 2016.
- /5/ Miljøbeskyttelsesloven, Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 879 af 26/06/2010.
- /6/ Miljøaktivitetsbekendtgørelsen, "Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter", BEK nr. 467, 23-05-2016.
- /7/ GAB Miljø, "Generel arbejdsbeskrivelse for miljøforhold i forbindelse med anlægs- og fornyelsesarbejder", Banedanmark, april 2016.
- /8/ DIN 4150-3, "Erschütterungen im Bauwesen. Einwirkungen auf bauliche Anlagen", 1986.
- /9/ Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997, "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø".
- /10/ Tillæg til vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1/1997 "Støj og vibrationer fra jernbaner", juli 2007.
- /11/ Præcisering fra Miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger, "Bestemmelse af vibrationsniveauer for jernbanevibrationer", 12. februar 2014.
- /12/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1993, "Beregning af ekstern støj fra virksomheder".
- /13/ Nord 2000. "New Nordic Prediction Method for Rail Traffic Noise", SP Rapport 2001:11.
- /14/ "Forudsætninger for støjundersøgelser i Timemodellen", TC-100808, Delta, 20. august 2015
- /15/ Støjgrundlag "Hastighedsopgradering Fredericia-Aarhus", Notat, Banedanmark, 9. juli 2015
- /16/ Den Offentlige Informationsserver (OIS) www.ois.dk

12 Bilagsoversigt

Der er ingen bilag til dette fagnotat.