



Støj og vibrationer

Fagnotat vedr. hastighedsopgradering Aarhus-Hobro

Elektrificering og opgradering Aarhus H-Lindholm

banedanmark



Godkendt dato

29-09-2016

Godkendt af

Ole Riger-Kusk

Senest revideret dato

19-09-2016

Senest revideret af

Rasmus Stilling Krogh



Banedanmark
Anlægsudvikling
Amerika Plads 15
2100 København Ø

www.bane.dk



Støj og vibrationer

	Indhold	Side
1	Indledning	6
2	Ikke-teknisk resumé	7
2.1	Grundløsning	7
2.1.1	Støj og vibrationer i anlægsfasen	7
2.1.2	Støj i driftsfasen	9
2.1.3	Vibrationer i driftsfasen	12
2.2	Tilvalg	13
2.2.1	Støj og vibrationer i anlægsfasen	13
2.2.2	Støj i driftsfasen	14
2.2.3	Vibrationer i driftsfasen	15
2.3	Aarhus H	15
2.3.1	Støj i driftsfasen	15
2.3.2	Vibrationer i driftsfasen	16
3	Lovgrundlag	17
4	Metode	18
4.1	Baggrundsinformation om projektet	18
4.2	Grundløsning	18
4.3	Tilvalg	19
4.4	Fakta om trafikstøj	19
4.5	Fakta om vibrationer	21
4.6	Datagrundlag	22
4.7	Grænseværdier for støj og vibrationer i anlægsfasen	22
4.7.1	Grænseværdier for støj	23
4.7.2	Grænseværdier for vibrationer	23
4.8	Grænseværdier for støj og vibrationer i driftsfasen	24
4.8.1	Grænseværdier for støj	24
4.8.2	Grænseværdier for mærkbare vibrationer	25
4.9	Støj og vibrationer i anlægsfasen	26
4.9.1	Væsentlige arbejdsprocesser i forhold til støj	26
4.9.2	Væsentlige arbejdsprocesser i forhold til vibrationer	28
4.10	Støj og vibrationer i driftsfasen	28
4.10.1	Støjbelastede boliger	30
4.10.2	Støjbelastningstal	31
4.10.3	Trafikgrundlag	31
4.10.4	Sporjusteringer og andre ombygninger	32
4.10.5	Beregningsmodel	32
4.10.6	Støjskærme	33
4.10.7	Støjisolering	33
4.10.8	Vejtrafikstøj	33
4.10.9	Vibrationer i driftsfasen	34

4.10.10	Usikkerhed	35
5	0-alternativet	36
5.1	Støj i driftsfasen	36
5.2	Vibrationer i driftsfasen	39
6	Eksisterende forhold	40
6.1	Jernbanestøj	40
6.2	Vibrationer	43
7	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen for Grundløsningen – midlertidige påvirkninger	45
7.1	Støjpåvirkning i anlægsfasen	46
7.1.1	Strækning 1 (km 109+300 – 111+900) (Aarhus Kommune)	49
7.1.2	Strækning 2 (km 125+500 – 132+900) (Aarhus og Favrskov Kommune)	50
7.1.3	Strækning 3 (km 135+600 – 153+000) (Favrskov Kommune)	51
7.1.4	Strækning 4 (km 153+600 – 161+200) (Favrskov og Randers Kommune)	54
7.1.5	Strækning 5a (km 164+400 – 170+700) (Randers Kommune)	56
7.1.6	Strækning 5b (km 170+700 – 178+100) (Randers Kommune)	57
7.1.7	Strækning 6a (km 189+400 – 193+100) (Mariagerfjord Kommune)	60
7.1.8	Strækning 6b (km 193+100 – 200+900) (Mariagerfjord Kommune)	61
7.2	Vibrationer i anlægsfasen	63
7.3	Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen	65
7.3.1	Støj	65
7.3.2	Vibrationer	66
7.4	Konsekvensvurderinger for anlægsfasen	67
7.4.1	Støj	67
7.4.2	Vibrationer	68
8	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen for Grundløsningen – varige påvirkninger	69
8.1	Støj	69
8.1.1	Grundløsning	69
8.2	Vibrationer	72
8.3	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	73
8.3.1	Støj	73
8.3.2	Vibrationer	74
8.4	Konsekvensvurderinger for driftsfasen	75
8.4.1	Støj	75
8.4.2	Vibrationer	77
9	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægs- og driftsfasen for Tilvalg	79
9.1	Påvirkninger i anlægsfasen	79
9.1.1	Støj	79
9.1.2	Vibrationer	81
9.2	Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen	82
9.3	Konsekvensvurderinger for anlægsfasen	83
9.3.1	Støj	83
9.3.2	Vibrationer	83
9.4	Påvirkninger i driftsfasen	84

9.4.1	Støj	84
9.4.2	Vibrationer	87
9.5	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	87
9.6	Konsekvensvurdering for driftsfasen	88
9.6.1	Støj	88
9.6.2	Vibrationer	89
10	Kumulative effekter	90
11	Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen for Aarhus H91	
11.1	Påvirkninger i driftsfasen	91
11.1.1	Støj	91
11.1.2	Vibrationer	92
11.2	Afværgeforanstaltninger i driftsfasen	93
11.3	Konsekvensvurderinger for driftsfasen	93
11.3.1	Støj	93
11.3.2	Vibrationer	94
12	Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne	95
13	Referencer	96
14	Akustiske begreber	97
	Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger	98
	Bilag 2 Trafikalt grundlag	102
	Bilag 3 Datagrundlag	108
	Bilag 4 Støj- og vibrationskort	109

1 Indledning

Det er politisk besluttet at undersøge mulighederne for at nedsætte rejsetiden mellem Aarhus og Aalborg. Banedanmark undersøger i den forbindelse mulighederne for en hastighedsopgradering af strækningen Aarhus – Hobro. Projektet vil bidrage til at nedsætte rejsetiden mellem Aarhus og Aalborg.

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.

Hastighedsopgraderingen af strækningen Aarhus - Hobro indebærer en række mindre fysiske ændringer af banen, som skal gennemføres inden, der kan køres med højere hastighed. Projektets *Grundløsning* omfatter lukning af seks overkørsler, hvoraf de fem erstattes med en ny vejbro, samt sportilpasninger i form af udvidelse af dæmninger, anlæg af kontrabanketter, udskiftning af sporkassen o.lign. I projektets *Tilvalg*, hvor hastigheden opgraderes yderligere, gennemføres der fire kurveudretninger af sporet mellem Kousted og E45 Østjyske Motorvej ved Hobro, samt ligeledes mindre sporjusteringer og nedrivning af tre broer, hvoraf to erstattes af en ny bro.

På strækningen mellem Hobro og Aalborg undersøges en hastighedsopgradering i et separat projekt.

Fagnotatet beskriver påvirkningerne på miljøet i forhold til støj og vibrationer i hhv. anlægsfasen og når hastighedsopgraderingen af strækningen mellem Aarhus og Hobro er gennemført. Dette sammenholdes med 0-alternativet som beskriver situationen i 2030, hvis projektet ikke gennemføres. Derudover beskrives de afværgeforanstaltninger, der skal iværksættes i forbindelse med hastighedsopgraderingen.

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

2 Ikke-teknisk resumé

I dette fagnotat er forhold vedrørende støj og vibrationer vurderet ud fra eksisterende informationer og rapporter. I fagnotatet gennemgås de miljømæssige aspekter og konsekvenser ved hastighedsopgraderingen i anlægsfasen samt de miljømæssige aspekter og konsekvenser ved både hastighedsopgraderingen og elektrificeringen i driftsfasen.

Støjs og vibrationers udbredelse samt mulige virkning på omgivelserne er bestemt ud fra erfaringsværdier og beregninger. Eventuelle påvirkninger er vurderet ud fra officielle standarder og vejledende grænseværdier for støj og vibrationer.

2.1 Grundløsning

2.1.1 Støj og vibrationer i anlægsfasen

Banedanmark vil forsøge at begrænse støj og vibrationer fra anlægsarbejderne mest muligt, men støj- og vibrationsgener vil ikke kunne undgås.

Støj og vibrationer i anlægsfasen er vurderet på baggrund af erfaringsværdier fra anlægsarbejder generelt og med fokus på de væsentligste og mest støjende og vibrerende arbejdsprocesser for projektet.

De væsentligste anlægsaktiviteter i forbindelse med hastighedsopgraderingen vil være:

- Etablering af kontrabanketter
- Udvidelse af dæmninger
- Fornyelse af materialer under skinner, herunder justering og stabilisering
- Etablering af nye vejbroer (5 stk.)
- Renovering af eksisterende broer (2 stk.).

Erfaringsmæssigt vil nedramning af spuns og pæle være de mest støj- og vibrationskritiske arbejder. Dette forhold er også gældende for hastighedsopgraderingen Aarhus - Hobro.

Ramning af spuns og pæle i forbindelse med broarbejder vil medføre støj- og vibrationspåvirkninger for de nærmeste boliger. Påvirkningens intensitet vil bl.a. afhænge af anlægsmetoderne, der dog først kan planlægges ved den detaljerede projektering. Varigheden vil overordnet være begrænset til kortere perioder på hver lokalitet.

Andre anlægsaktiviteter, som sporrelaterede arbejder og broarbejder, kan også give anledning til støj- og vibrationspåvirkning for de nærmeste naboer, dog i noget mere begrænset omfang end i forbindelse med ramning.

Hvis man af hensyn til togtrafikken på eksisterende spor må udføre anlægsarbejdet uden for normal arbejdstid, forventes det, at et betydeligt antal boliger (op til 4.000-5.000 boliger), bliver støjbelastet ud over den gældende støjgrænse på 40 dB(A) gældende for dette tidsrum, altså en væsentlig lavere vejledende støjgrænse end for anlægsarbejde inden for normal arbejdstid, hvor støjgrænsen er 70 dB(A).

Gennem hensigtsmæssige valg af arbejdsmetoder og maskiner kan der opnås en begrænsning af støj og vibrationer, og det er dermed muligt at begrænse den belastning, som omgivelserne udsættes for. I udbudsmaterialet til de enkelte entrepriser vil Banedanmark derfor stille krav til tilrettelæggelse af arbejdet, og til materiel, der kan bidrage til at begrænse påvirkningen af støj og vibrationer. Da endelige anlægsmetoder, varighed og hvornår de enkelte anlægsarbejder bliver gennemført ikke ligger fast på nuværende tidspunkt, er der ud fra erfaring fra tidligere projekter estimeret, hvor mange boliger, der bliver udsat for støj og vibrationer i anlægsfasen.

De højeste støjniveauer vil opleves i forbindelse med ramning, hvor der vil være risiko for overskridelse af grænseværdien på 70 dB(A) i en afstand på op til ca. 200 meter (inkl. tillæg for impulser).

Nedramning i forbindelse med etablering af broer vil primært foregå i det åbne land, dog vil der ofte være behov for at gennemføre rammearbejde i forbindelse med sporspærring om natten og/eller i weekender. Rammearbejdet vil derfor bidrage med en væsentlig støjpåvirkning til nærmeste naboer. I alt 2.042 boliger vil blive påvirket af rammearbejdet, hvis det gennemføres uden for normal arbejdstid.

Støjpåvirkningen ved de støjende bro-relaterede anlægsarbejder, herunder ramning, nedrivning, støbning og håndtering af elementer, samt jordarbejder kan ses af Tabel 1.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Haarvadbros	Ny bro	0 / 330	0 / 3	-	-	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Lerbjerg	Ny bro	21 / 118	3 / 3	-	-	1 / 52	1 / 3	1 / 52	1 / 3
Laurbjerg	Ny bro	52 / 494	3 / 3	-	-	6 / 138	1 / 3	6 / 138	1 / 3
Stevnstrup	Ny bro	93 / 818	3 / 3	-	-	2 / 228	1 / 3	2 / 228	1 / 3
Bjerregrav	Ny bro	19 / 282	2 / 3	- / -	- / -	1 / 37	1 / 3	1 / 37	1 / 3
Kousted	Udskiftning af kantbjælke	- / -	- / -	0 / 34	0 / 3	0 / 10	0 / 2	-	-
Skivevej	Udskiftning af kantbjælke	- / -	- / -	3 / 518	1 / 3	3 / 159	1 / 3	-	-

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger. Tallet foran skrå-stregen gælder for normal arbejdstid (inkl. lørdag formiddag) og tallet efter skråstregen gælder uden for normal arbejdstid.

Tabel 1. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

Rammearbejdet for hastighedsopgraderingen kan give anledning til at op til ca. 23 boliger bliver udsat for bygningssskadelige vibrationer, mens ca. 84 boliger kan blive udsat for vibrationer, der kan give anledning til gener for mennesker.

Boliger beliggende tættere på sporet end 50 m kan blive udsat for mærkbare vibrationer ved kørsel med DSM (Dynamisk Stabiliserings Maskine). Påvirkningen vurderes dog at være forholdsvis kortvarig, da fremdriften for DSM-kørslen er 1,5 – 2,0 km/døgn. Der vurderes ikke at være risiko for bygningssskadelige vibrationer i forbindelse med gennemførelse af projektet.

Banedanmark vil løbende informere naboer og andre, der kan blive berørt i forbindelse med gennemførelse af projektet, om anlægsarbejdernes karakter og planlagt varighed.

2.1.2 Støj i driftsfasen

De støjmæssige konsekvenser i driftsfasen er beregnet og vises i dette fagnotat i tabeller samt på støjkort. Der er regnet på *Grundløsningen*. Derudover er der også regnet på 0-alternativet, som viser konsekvensen af elektrificeringen inkl. den trafikale udvikling.

Støj beregnes efter beregningsmetoden Nord2000, dels som årsmiddelværdi L_{den} , og dels som maksimalværdien L_{Amax} . Enheden for såvel L_{den} og L_{Amax} er

decibel, dB(A). Årsmiddelværdien L_{den} , er et gennemsnit over døgnet, hvor aften og nat vægtes højere end dag. Maksimalværdien L_{Amax} , er det højeste støjniveau, der forekommer ved en togpassage.

Miljøstyrelsen har fastlagt to vejledende grænseværdier for boliger, $L_{den} = 64$ dB(A) for årsmiddelværdien og $L_{Amax} = 85$ dB(A) for maksimalniveauet ved én togpassage. Det er støjniveauet ved boligens facade, som lægges til grund for vurderingen. En bolig klassificeres som støjpåvirket, når bare én af de to vejledende støjgrænser er overskredet. Beregningerne i dette projekt viser, at hvis en boliger er belastet af årsmiddelværdien, L_{den} over grænseværdien, så er den også belastet af maksimalniveauet, L_{Amax} over grænseværdien.

Banedanmark arbejder med et væsentlighedskriterium svarende til en stigning på mindst 1 dB i forhold til niveauet inden projektet. Væsentlighedskriteriet anvendes for boliger, der inden projektet udføres, allerede har en støjbelastning over de vejledende grænseværdier.

En opgørelse af antallet af støjbelastede boliger for eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning* ses af nedenstående Tabel 2

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus Kommune	7	65	65
Favrskov Kommune	9	170	188
Randers Kommune	9	51	59
Mariagerfjord Kommune	4	12	18
Samlet antal	29	298	330

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus Kommune	520	520	521
Favrskov Kommune	604	604	604
Randers Kommune	449	449	463
Mariagerfjord Kommune	78	78	85
Samlet antal	1.651	1.651	1.673

Tabel 2. Sammenligning af antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning*.

En undersøgelse viser, at antallet af støjbelastede boliger ikke er tilstrækkeligt til, at det vil være relevant at etablere støjskærme. Som alternativ til støjskærme kan i stedet tilbydes støjisolering af boligerne.

Hastighedsopgraderingens 0-alternativ udgør den elektrificerede strækning, idet dette projekt er forudsat gennemført. I det følgende er *Grundløsningen* vurderet i forhold til 0-alternativet.

Aarhus Kommune

I Aarhus Kommune er der i grundløsningen 65 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Dette er det samme antal som i 0-alternativet. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil ingen boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{den} på over 1 dB, hvis *Grundløsningen* gennemføres.

Der er 521 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 520 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 1 bolig som følge af hastighedsopgraderingen.

Favrskov Kommune

I Favrskov Kommune er der i grundløsningen 188 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 170 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 18 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 3 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{den} på over 1 dB, hvis *Grundløsningen* gennemføres.

For *Grundløsningen* i Favrskov Kommune er der ingen ændring i antallet af boliger støjbelastet af maksimalstøjniveauer $L_{Amax} \geq 85$ dB(A) i forhold til 0-alternativet, idet antallet er 604 boliger for begge scenarier. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 3 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} på over 1 dB i forhold til *Grundløsningen*.

Randers Kommune

I Randers Kommune er der i *Grundløsningen* 59 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 51 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 8 boliger som følge af hastighedsopgraderingen.

I *Grundløsningen* er der 463 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 449 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 14 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 36 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} på over 1 dB for *Grundløsningen*.

Mariagerfjord Kommune

I Mariagerfjord Kommune er der i *Grundløsningen* 18 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 12 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 6 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 3 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{den} på over 1 dB i forhold til *Grundløsningen*.

I *Grundløsningen* er der 85 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 78 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 7 boliger som følge

af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 4 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} på over 1 dB i forhold til *Grundløsningen*.

2.1.3 Vibrationer i driftsfasen

Vibrationer fra jernbaner opstår, når et tog i bevægelse fremkalder svingninger i skinner og underlag. Vibrationerne breder sig gennem jorden til nærtliggende bygninger.

For mærkbare vibrationer anvendes Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for boliger i boligområder (hele døgnet) og for boliger i blandede bolig- og erhvervsområder (kl. 18-07) på $L_{aw} = 75$ dB(KB).

Banedanmarks vibrationsmodel anvendes til at bestemme en vibrationskritisk afstand fra jernbanen til boliger, hvorefter det gøres op hvor mange boliger, der ligger inden for den kritiske afstand.

Det skal bemærkes, at beregning af vibrationer er forbundet med stor usikkerhed. Lokale geologiske forhold samt den enkelte bygningskonstruktion kan i stor grad påvirke resultatet.

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

Hastighedsopgraderingens 0-alternativ udgør den elektrificerede strækning idet denne er forudsat gennemført inden hastighedsopgraderingen. I det følgende er hastighedsopgraderingen vurderet i forhold til 0-alternativet.

Aarhus Kommune

I Aarhus Kommune forøges antallet af vibrationsbelastede boliger med 2 (fra 70 til 72 vibrationsbelastede) i forhold til 0-alternativet. De to ejendomme er beliggende ved Aarhus H. Forøgelsen sker som følge af at strækningshastigheden for godstog øges.

Favrskov Kommune

I Favrskov Kommune er antallet af vibrationsbelastede boliger uændret i forhold til 0-alternativet med 132 vibrationsbelastede boliger.

Randers Kommune

I Randers Kommune er antallet af vibrationsbelastede boliger uændret i sammenlignet med eksisterende forhold og 0-alternativet.

Mariagerfjord Kommune

I forhold til 0-alternativet forøges antallet af vibrationsbelastede boliger for *Grundløsningen* i Mariagerfjord Kommune med 1 (fra 19 til 20 vibrationsbelastede). Ejendommen er beliggende ved Hobro St. Forøgelsen sker som følge af at strækningshastigheden for godstog øges.

2.2 Tilvalg

2.2.1 Støj og vibrationer i anlægsfasen

De væsentligste anlægsaktiviteter i forbindelse med hastighedsopgraderingens *Tilvalg* vil være:

- Etablering af kontrabanketter
- Udvidelse af dæmninger
- Fornyelse af materialer under skinner, herunder justering og stabilisering
- Etablering af nye vejbroer (2 stk.)
- Nedbrydning af eksisterende broer (2 stk.).

Støjpåvirkningen ved de støjende bro-relaterede anlægsarbejder, herunder ramning, nedrivning, støbning og håndtering af elementer, samt jordarbejder for *Tilvalget* kan ses af Tabel 3.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings-udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller, udskiftning af sporkasser	-	-	-	-	-	-	19 / 317	2 / 3
Ørrildvej	Ny bro	17 / 82	2 / 3	6 / 49	1 / 3	5 / 44	1 / 3	5 / 44	1 / 3
Viborg Landevej	Ny bro	61/413	3 / 3	3 / 265	1 / 3	2 / 149	1 / 3	2 / 149	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 3. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed for Tilvalget.

Rammearbejdet for *Tilvalget* kan give anledning til at op til ca. 7 boliger bliver udsat for bygningskadelige vibrationer, mens ca. 38 boliger kan blive udsat for vibrationer, der kan give anledning til gener for mennesker.

2.2.2 Støj i driftsfasen

En opgørelse af antallet af støjbelastede boliger for eksisterende forhold, 0-alternativ, *Grundløsning* og *Tilvalg* ses af nedenstående Tabel 4.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)				
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning	Tilvalget
Randers Kommune	9	36	37	38
Mariagerfjord Kommune	4	11	11	8
Samlet antal	13	47	48	46

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)				
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning	Tilvalget
Randers Kommune	160	160	160	158
Mariagerfjord Kommune	24	24	24	18
Samlet antal	184	184	184	176

Tabel 4. Sammenligning af antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ, *Grundløsning* og *Tilvalg*.

I forhold til *Grundløsningen* er der samlet set en ændring i støjbelastningen, L_{den} , på 2 færre boliger, hvilket skyldes, at der eksproprieres boliger samt at kurveudretningerne øger afstanden til enkelte boliger. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil i alt 47 boligenheder få en stigning i støjbelastningen, L_{den} , på over 1 dB for *Tilvalget*.

For maksimalniveauet, L_{Amax} , er der samlet set en ændring på 8 færre støjbelastede boliger i forhold til *Grundløsningen*.

Randers Kommune

I Randers Kommune er der yderligere én bolig, der vil blive støjpåvirket som følge af kurveudretningerne og hastighedsforøgelsen i *Tilvalget*.

For *Tilvalget* er der to færre boliger, der er støjbelastede af maksimalstøjniveauet (L_{Amax}).

Ved kurveudretningen ved Kousted (ca. km 178+000) skal et fritliggende enfamilieshus eksproprieres som følge af kurveudretningen.

Mariagerfjord Kommune

For *Tilvalget* er der i Mariagerfjord Kommune en reduktion på tre boliger, der som følge af kurveudretningerne i *Tilvalget* ikke længere vil være støjbelastede.

Der vil være seks boliger færre, der er støjbelastede over maksimalstøjniveauet (L_{Amax}) som følge af kurveudretningerne i *Tilvalget*.

Ved kurveudretningen ved Handest (km 183+600 – 185+000) skal to fritliggende enfamilieshuse eksproprieres som følge af kurveudretningen.

2.2.3 Vibrationer i driftsfasen

I *Tilvalget* vil hastigheden stige fra 160-180 km/t (hastigheden i *Grundløsningen*) til 200 km/t på en delstrækning på lidt over 20 km. Følgende opgørelser omfatter kun denne strækning.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{90} \geq 75$ dB(KB)				
	Eksisterende forhold	0-alternativet	Grundløsningen	Tilvalget
Randers Kommune	48	48	48	46
Mariagerfjord Kommune	13	13	13	9
Samlet antal	61	61	61	55

Tabel 5. Sammenligning af antal vibrationsbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ, Grundløsning og Tilvalg.

Randers Kommune

I Randers Kommune giver *Tilvalget* anledning til en reduktion i antallet af vibrationsbelastede boliger med to boliger (fra 48 til 46). Den ene ejendom bliver eksproprieret, og den anden ejendom får større afstand til sporet som følge af, at sporet flyttes i forbindelse med en kurvedretning.

Mariagerfjord Kommune

Antallet af vibrationsbelastede boliger reduceres med fire (fra 13 til 9), hvis *Tilvalget* gennemføres. To ejendomme bliver eksproprieret, og to andre ejendomme får større afstand til sporet som følge af, at sporet flyttes i forbindelse med en kurvedretning.

2.3 Aarhus H

2.3.1 Støj i driftsfasen

En opgørelse af antallet af støjbelastede boliger for eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning* for Aarhus H ses af nedenstående Tabel 6.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus H	0	0	2

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus H	0	0	7

Tabel 6. Sammenligning af antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ og Grundløsning.

For Aarhus H er der i *Grundløsningen* 2 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet ingen støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 2 boliger som følge af hastighedsopgraderingen.

Der er 7 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet ingen støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 7 boliger som følge af hastighedsopgraderingen.

2.3.2 Vibrationer i driftsfasen

Vibrationsbelastningen ved Aarhus H er uændret med 3 vibrationsbelastede boliger for både 0-alternativet og *Grundløsningen*.

3 Lovgrundlag

Miljøbeskyttelsesloven

Støj og vibrationer fra bygge- og anlægsarbejder reguleres efter Miljøbeskyttelsesloven /1/, hvorefter Miljøministeren 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 disse placeringer og anvendelse.

Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter

Jævnfør bekendtgørelsen nr. 639, 2012 /2/ skal visse støjfrembringende bygge- og anlægsarbejder anmeldes til kommunen inden 14 dage før igangsætning af aktiviteten. Kommunalbestyrelsen kan fastsætte vilkår eller nedlægge forbud mod aktiviteten såfremt den giver anledning til væsentlig forurening.

Støj fra jernbaner

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende støjgrænser for støj fra jernbaner /3/. De fremgår af et tillæg fra juli 2007 til Miljøstyrelsens vejledning nr. 1/1997, "*Støj og vibrationer fra jernbaner*". De vejledende grænseværdier for jernbanestøj er i første række beregnet på planlægningsbrug og gælder for udlægning af nye støjfølsomme områder langs eksisterende jernbaner.

Vibrationer i eksternt miljø

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende grænseværdier for vibrationer i det eksterne miljø. De fremgår af Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997, "*Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø*" /4/. Grænseværdierne er helt generelle og knytter sig ikke specielt til jernbaner. Den vejledende grænseværdi for mærkbare vibrationer benyttes som vurderingskriterium for såvel vibrationer i anlægsfasen og driftsfasen.

Bygningsskadelige vibrationer i forbindelse med anlægsfasen er ikke reguleret via Miljøbeskyttelsesloven eller Miljøstyrelsens vejledninger. Miljøstyrelsen henviser til, at vurderinger kan ske i forhold til den tyske norm DIN 4150-3, /5/.

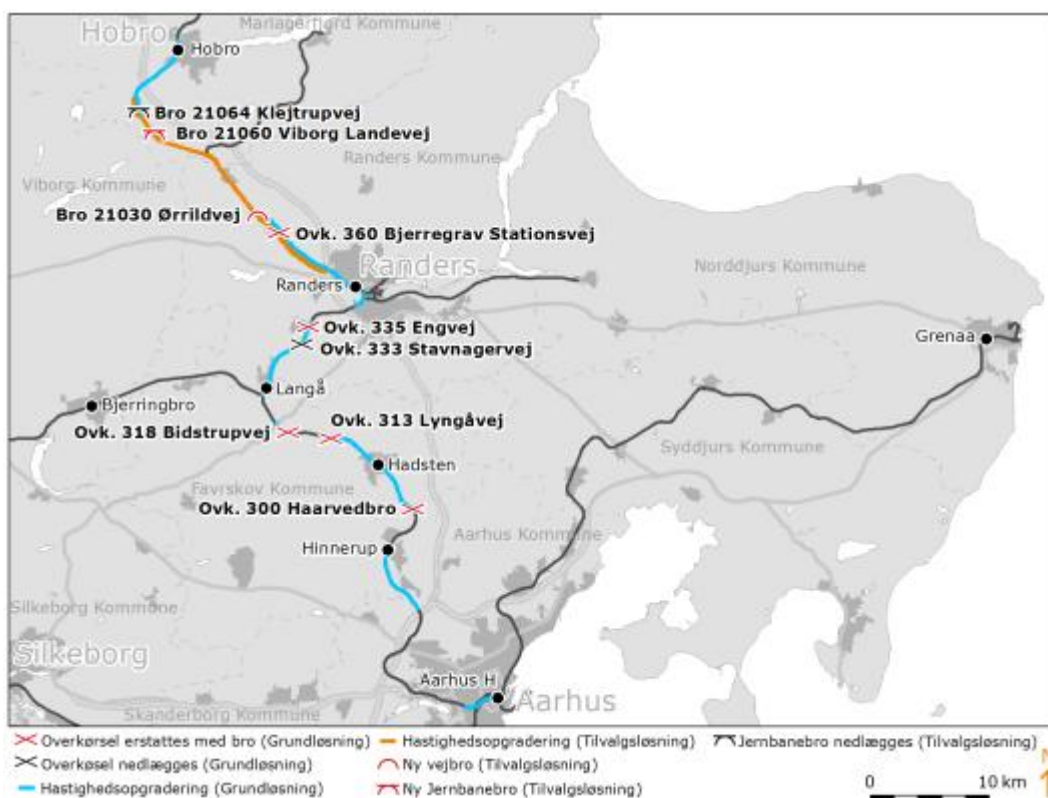
Kommunale forskrifter for anlægsarbejder

Nogle kommuner fastsætter regler og grænseværdier for støj og vibrationer ved bygge- og anlægsarbejder. Aarhus, Favrskov, Randers og Mariagerfjord Kommune har ikke udarbejdet forskrift med grænseværdier for støj og vibrationer i forbindelse med støjende og vibrerende bygge- og anlægsarbejder, men tager stilling til det konkrete anlægsarbejde, når det anmeldes i henhold til miljøbeskyttelsesloven § 42.

4 Metode

4.1 Baggrundsinformation om projektet

For at opnå visionen om en times rejsetid mellem Aarhus og Aalborg skal den eksisterende bane imellem Aarhus og Hobro hastighedsopgraderes. I projektet er undersøgt en *Grundløsning*, hvor der hastighedsopgraderes til 180 km/t, og et *Tilvalg*, hvor der på dele af strækningen hastighedsopgraderes op til 200 km/t jf. Figur 1.



Figur 1. Oversigtskort.

I det følgende findes en overordnet beskrivelse af projektet. For en mere detaljeret gennemgang af anlægget henvises til fagnotatet Anlægsbeskrivelse /6/

4.2 Grundløsning

Hastighedsopgraderingens *Grundløsning* indebærer lukning af seks overkørselsanlæg, hvor der ved fem af overkørslerne etableres erstatningsanlæg med nye vejbroer og ved den sjette overkørsel etableres en erstatningsvej.

Yderligere omfatter *Grundløsningen* en tilpasning af sporets linjeføring ved en række tiltag som udvidelse af dæmninger, etablering af kontrabanketter,

justering planum, udskiftning af sporkassen samt tilpasning af afvandingsystemet. Endelig er der behov for ombygning af to eksisterende jernbanebroer, hvor kantbjælken skal udskiftes.

Som følge af opgradering af hastigheden til 180 km/timen tilpasses sporets linjeføring således, at alle kurver på strækningen, hvor der opgraderes, overholder de gældende regler for kurveradius og tværhældning af spor. I nogle tilfælde udløser sportilpasningerne udvidelse af dæmninger samt etablering af kontrabanketter, mens det ved større sporflytninger kan være nødvendigt at justere planum, udskifte sporkasse og tilpasse grøfter.

Ligeledes vil der ske en udskiftning af skinner og sveller, hvor hastigheden øges til mere end 160 km/t, og udskiftning af sporskifter, der ikke er godkendt til den nye hastighed.

4.3 Tilvalg

Udover *Grundløsningen* er der undersøgt et *Tilvalg*, hvor hastigheden opgraderes yderligere.

I *Tilvalget* opgraderes hastigheden til 200 km/timen på dele af strækningen ved etablering af fire kurveudretninger af sporet mellem Kousted og E45 ved Hobro. De fire kurveudretninger betyder, at sporene sideflyttes i størrelsesordenen 25-35 m. De fire kurveudretninger ligger ved Kousted, Fårup/Handest, Sønder Onsild Stationsby og Sønder Onsild Stationsvej/E45.

Som konsekvens for kurveudretningerne ved Kousted, Sønder Onsild Stationsby og ved Sønder Onsild Stationsvej, gennemføres hhv. en vejforlægning af eksisterende vej ved Ørrildvej samt udskiftning af bro over banen, udskiftning af jernbanebro over Viborg Landevej, samt en ny erstatningsvej ved Klejtrupvej, hvor en nuværende jernbanebro nedlægges. Ligesom for *Grundløsningen* omfatter *Tilvalget* en tilpasning af sporets linjeføring således, at alle kurver på strækningen, hvor der opgraderes, overholder de gældende regler for kurveradius og tværhældning af spor, herunder udvidelse af dæmninger, etablering af kontrabanketter, samt justering af planum, udskiftning af sporkasse og tilpasning af grøfter.

Ligeledes vil der ske en udskiftning af skinner og sveller, hvor hastigheden øges, og udskiftning af sporskifter, der ikke er godkendt til den nye hastighed.

4.4 Fakta om trafikstøj

Støj fra trafik (såvel jernbane som vej) kan være generende. Ved høje niveauer kan trafikstøj forringe livskvaliteten for naboerne og medføre øget risiko for helbredseffekter.

Støjens styrke angives i decibel (forkortet dB). 0 dB svarer omtrent til den svageste lyd et menneske kan høre. 120 dB er så kraftig støj, at det kan gøre

ondt i ørene. Ofte vil man se, at der skrives dB(A). "(A)" betyder, at angivelsen af støjniveauet er tilpasset den måde mennesker oplever støjen.

En ændring i støjniveau på 3 dB svarer til en målt fordobling eller halvering af støjniveauet (f.eks. ved en fordobling eller halvering af trafikken på en jernbane), men en 3 dB ændring opfattes kun som en lille ændring af det oplevede støjniveau. En ændring på 8-10 dB opfattes som halvering eller fordobling af støjen.

Som en tommelfingerregel kan man regne med, at ændringer i støjniveauer opleves på følgende måde (Tabel 7), herunder hvor stor ændring i trafikmængde, der skal til for at opnå ændringen af den oplevede støj.

Ændring i støjniveau	Oplevet ændring	Ændring i trafikmængde
1 dB	Kan næsten ikke opfattes	Faktor 1,25
3 dB	En lille ændring	Faktor 2
6 dB	En væsentlig ændring	Faktor 4
10 dB	En stor ændring – opfattes som en halvering/fordobling	Faktor 10
20 dB	En meget stor ændring	Faktor 100

Tabel 7. Oplevet ændring i støjniveau.

En ændring i trafikmængde med eksempelvis en faktor 2, svarer til at gange eller dividere trafikmængden med 2, dvs. en fordobling eller halvering.

Støj fra trafik angives med støjindikatoren L_{den} , som er et gennemsnit over døgnet, beregnet for et helt år. Når støjen er opgivet som L_{den} betyder det, at støj om aftenen og om natten er tillagt større vægt. Der lægges 10 dB til støjen om natten og 5 dB til støjen om aftenen før det gennemsnitlige støjniveau for hele døgnet beregnes.

Bag det gennemsnitlige støjniveau, L_{den} , ligger ofte betydelige variationer i støjen. F. eks. er støjbelastningen fra en jernbane typisk kraftigere om dagen end om natten og kraftigere på hverdage end i weekenden på grund af variationer i trafikmængden. Herudover varierer støjen med vejrforholdene. Når vinden kommer fra vest, er det beboerne øst for jernbanen, der er mest udsat for støj. Derfor har man som nabo til en jernbane, ofte en langt mere sammensat oplevelse af støjen end den, en simple gennemsnitsværdi umiddelbart giver udtryk for. En lang række undersøgelser dokumenterer imidlertid, at der er en god sammenhæng mellem de beregnede gennemsnitsværdier og de gener, som jernbanens naboer oplever. Typisk vil de vejledende grænseværdier svare til et støjniveau, hvor 8-10 % af befolkningen føler sig stærkt generet af støjen. De vejledende grænseværdier er fastsat af Miljøstyrelsen. Grænseværdierne udgør grundlaget for myndighedernes vurdering af støjforurening. De vejledende støjgrænser er almindeligvis fastlagt ud fra undersøgelser af store befolkningsgrupper

opfattelse af støjen. De vejledende grænseværdier er beskrevet i afsnit 4.7 og 4.8.

Banedanmark har en miljøpolitik, som fremgår af /20/, hvoraf det fremgår, at man vil arbejde for at bekæmpe støj og vibrationer fra togdriften.

4.5 Fakta om vibrationer

Vibrationer er rystelser, der udbreder sig gennem jorden til de omkringliggende bygninger, hvor det kan give anledning til rystelser i gulve, vægge og lofter.

Der kan opstå vibrationer i en bygning tæt på banen i forbindelse med anlægsarbejderne og i driftsfasen, når et tog passerer. Anlægsarbejder kan give anledning til vibrationer, som kan stamme fra aktiviteter som opbrydning af beton, komprimering af jord, ramning af spuns samt rensning og komprimering af ballast i jernbanespor.

En jernbane i drift kan også give anledning til vibrationsgener ved de allernærmeste naboer og ved særligt vibrationsfølsomme bygninger.

Vibrationer kan opfattes forskelligt. Der kan være mærkbare vibrationer, som opfattes af kroppen efter at være blevet overført via gulv eller vægge. Vibrationer kan også få vinduer eller glas til at klirre. Man skal være opmærksom på, at fænomener som mønstre i en vandoverflade eller klirrende inventar kan opstå ved vibrationsniveauer, som er betydeligt lavere end føletærsklen. Sidst kan vibrationer også sætte bygningsdele i svingninger således, at der frembringes (ofte lavfrekvent) strukturlyd.

En bolig vil oftest være belastet af vibrationer over grænseværdien, før grænseværdien for strukturlyd overskrides. I praksis vil den direkte støj fra jernbanen være væsentligt højere end strukturlyden, hvorfor det i praksis også er meget vanskeligt at måle strukturlyd.

Beregninger af strukturlyd har vist, at dette kun forekommer for bygninger, der i forvejen er vibrationsbelastede, hvorfor alene vibrationsbelastningen er blevet undersøgt nærmere.

Der er to typer af negative effekter af vibrationer. Komfortvibrationer og bygningsskadelige vibrationer.

Komfortvibrationer beskriver den oplevede gene og benævnes ofte dB(KB). "(KB)" betyder, at angivelsen af vibrationsniveauet er tilpasset den måde, mennesket opfatter (føler) vibrationerne.

Menneskets gennemsnitlige føletærskel for vibrationer er omkring 71 – 72 dB(KB). Det er karakteristisk, at en mindre forøgelse på få dB kan give anledning til en mærkbar forøgelse af den oplevede gene. Derfor er der kun få dB mellem føletærskel og grænseværdien.

I forbindelse med anlægsarbejder måles og vurderes vibrationer, som kan medføre bygnings-skader. Det skal bemærkes, at selvom grænseværdierne for bygnings-skadelige vibrationer overholdes, kan det ikke udelukkes, at der kan forekomme kosmetiske skader som revner i lofter, puds mv. på den udsatte bygning. Vibrationer kan fremskynde skader, som ellers ville forekomme på et senere tidspunkt. Man skal være opmærksom på, at vibrationer kan mærkes ved niveauer, der er væsentligt lavere end de niveauer, der kan medføre skader på bygninger.

4.6 Datagrundlag

Der er i forbindelse med støj og vibrationsundersøgelserne anvendt en lang række data som grundlag, herunder data fra GeoDanmark, Bygnings- og boligregistret (BBR), Banedanmark mv. En liste over de anvendte data fremgår af Bilag 3.

Herudover er benyttet Forudsætninger for støjundersøgelser i Timemodellen /13/.

4.7 Grænseværdier for støj og vibrationer i anlægsfasen

Støj og vibrationer fra bygge- og anlægsarbejder reguleres efter miljøbeskyttelsesloven, hvorefter Miljøministeren 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 /1/.

Jf. Bekendtgørelse nr. 639, 2012 om miljøregulering af visse aktiviteter skal visse støjfrembringende bygge- og anlægsarbejder anmeldes til kommunen mindst 14 dage inden igangsætning. Kommunen kan ved væsentlige gener give påbud om afhjælpning af gener og – om nødvendigt – nedlægge forbud mod arbejdet /2/.

Aktiviteterne omfatter bl.a.:

- Bygningsnedrivning og andre støjende nedrivningsaktiviteter
- Støjfrembringende bygningsfacadebehandling eller lignende udendørs aktiviteter
- Støjfremkaldende bygge- og anlægsarbejder i øvrigt, f.eks. nedknusning af beton.

Kommunerne kræver som udgangspunkt, at aktiviteter, der er støjende og giver anledning til vibrationer udføres inden for normal arbejdstid, dvs. hverdage kl. 7.00 – 18.00 samt lørdag kl. 07.00 – 14.00. For støjende og vibrerende bygge- og anlægsarbejde uden for normal arbejdstid kræves, at der søges og opnås dispensation hos den pågældende kommune.

4.7.1 Grænseværdier for støj

Støj fra anlægsarbejdet vurderes i denne sammenhæng med udgangspunkt i Banedanmarks GAB-Miljø (General arbejdsbeskrivelse for miljø i forbindelse med anlægsarbejder) /8/. Støjgrænsen L_r angiver det ækvivalente korrigerede, A-vægtede støjniveau ved nærmeste boligens facader og tilsvarende støjfølsomme områder. Parameteren L_r er beskrevet i afsnit 12 Akustiske begreber. Banedanmarks miljømålsætning i forhold til støj fra anlægsarbejde fremgår af Tabel 8.

Tidsrum	Støjgrænse, anlægsstøj
Mandag – fredag kl. 07-18 Lørdag kl. 07-14	$L_r = 70$ dB(A)
Øvrige tidsrum samt søn- og helligdage	$L_r = 40$ dB(A)

Tabel 8. Banedanmarks miljømålsætning for støj fra anlægsarbejde /8/.

De anførte støjgrænser er ækvivalente støjniveauer, dvs. et gennemsnitligt støjniveau over en given periode. Perioden, der skal tages gennemsnit over, varierer over døgnet og over ugen. Perioderne fremgår af nedenstående:

- Mandag-fredag kl. 07-18: Sammenhængende 8 timer med mest støj
- Lørdag kl. 07-14: Hele perioden (7 timer)
- Lørdag kl. 14-18: Hele perioden (4 timer)
- Søndag kl. 07-18: Sammenhængende 8 timer med mest støj
- Alle dage kl. 18-22: Mest støjende 1 time
- Alle dage kl. 22-07: Mest støjende ½ time

Derudover skal det ækvivalente støjniveau eventuelt korrigeres, hvis støjen indeholder tydeligt hørbare toner eller impulser, se endvidere Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1984 Ekstern støj fra virksomheder /12/.

For det aktuelle projekt vil Banedanmark sammen med de berørte myndigheder aftale, at støjgener i videst muligt omfang skal begrænses ved en hensigtsmæssig planlægning, ved anvendelse af mindre støjende arbejdsprocesser og maskiner eller ved midlertidig afskærmning. Hvor støjgener i boligområder ikke kan undgås, gennemføres en intensiv information. I helt særlige tilfælde kan beboere i støjbelastede boliger tilbydes ophold på en anden adresse, mens arbejdet udføres.

4.7.2 Grænseværdier for vibrationer

Grænseværdier for den gene, de omkringboende kan acceptere fra vibrationer ved anlægsarbejder, er foreslået af Miljøstyrelsen i Orientering nr. 9/1997 "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø" /4/. Grænseværdierne for komfortvibrationer er generelle og fremgår af Tabel 9.

Områdetype	Periode	Vejledende grænseværdier for mærkbare vibrationer
Boliger, børneinstitutioner og lignende	Hele døgnet	$L_{aw} = 75 \text{ dB(KB)}$
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde Kontorer, undervisningslokaler	Aften/nat (kl.18-07)	$L_{aw} = 75 \text{ dB(KB)}$
	Dag (kl.07-18)	$L_{aw} = 80 \text{ dB(KB)}$
Erhvervsbebyggelse		$L_{aw} = 85 \text{ dB(KB)}$

Tabel 9: Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for komfortvibrationer /4/.

Vibrationsniveauet skal måles eller bestemmes inde i bygningen, hvilket skal gøres på bygningens gulve.

Grænser for vibrationer, der kan beskadige bygninger, er ikke reguleret ved lov. I praksis benyttes ofte den tyske norm DIN 4150-3 /5/ til vurdering af skadelige vibrationer for bygninger. Her beskrives sammenhængen mellem vibrationsniveauet på bygningens fundament og sandsynligheden for, at bygningen beskadiges som en direkte følge af vibrationerne.

Normens grænseværdier for bygningsvibrationer ses i Tabel 10. Grænseværdierne for bygningsvibrationer fremgår også af Banedanmarks GAB-Miljø /8/.

Bygningskategori	Grænseværdi
Erhvervs- og industribygninger	$V_{peak} \leq 20 \text{ mm/s}$
Bygninger til beboelse	$V_{peak} \leq 5 \text{ mm/s}$
Særligt følsomme og fredede bygninger	$V_{peak} \leq 3 \text{ mm/s}$

Tabel 10. Kriterieværdier for bygningskadelige vibrationer, DIN 4150-3 /5/.

Ovenstående kriterieværdier for bygningskadelige vibrationer kan ikke umiddelbart direkte sammenlignes med grænseværdierne for komfortvibrationer. En overordnet sammenligning viser dog, at kriterieværdierne for bygningskadelige vibrationer er i omegnen 20 til 30 dB højere end grænseværdierne for komfortvibrationer.

Med mindre der forekommer vibrationer, som overskrider grænseværdierne i Tabel 10 væsentligt, må det vurderes som usandsynligt, at vibrationerne umiddelbart kan skade bygningerne.

Vibrationer kan imidlertid fremskynde skader, som ville være sket på et senere tidspunkt som følge af fx sætninger.

4.8 Grænseværdier for støj og vibrationer i driftsfasen

4.8.1 Grænseværdier for støj

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende støjgrænser for støj fra jernbaner. De fremgår af et tillæg fra juli 2007 til Miljøstyrelsens vejledning nr. 1/1997,

"Støj og vibrationer fra jernbaner" /3/. De vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner er primært beregnet til anvendelse i forbindelse med planlægning af anvendelsen af arealer nær banen og gælder for udlægning af nye støjfølsomme områder langs eksisterende jernbaner. Det er imidlertid almindeligt at benytte samme grænseværdier ved vurderinger af konsekvenser for nye jernbaner eller væsentlig opgradering af eksisterende jernbaner. De vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner er gengivet i Tabel 11.

I forbindelse med hastighedsopgraderingen anvendes grænseværdierne for det udendørs støjniveau ved en bygningsfacade som reference.

Områdetype	Vejledende grænseværdier for jernbanestøj
Rekreative områder i det åbne land (sommerhusområder, campingpladser)	$L_{den} = 59 \text{ dB(A)}$
Rekreative områder i eller nær byområder (bydelsparker, kolonihaver, nyttehaver, turistcampingpladser)	$L_{den} = 64 \text{ dB(A)}$
Boligområder (boligbebyggelse, daginstitutioner m.v., udendørs opholdsarealer)	$L_{den} = 64 \text{ dB(A)}$ $L_{Amax} = 85 \text{ dB(A)}$ (ved boliger)
Offentlige formål (hospitaller, skoler o.l.)	$L_{den} = 64 \text{ dB(A)}$
Liberala erhverv (hoteller, kontorer m.v.)	$L_{den} = 69 \text{ dB(A)}$

Tabel 11. Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for støj fra jernbaner /3/. Støjgrænserne gælder for såkaldt "frit felt", dvs. uden medregning af en lydrefleksion fra boligens egen facade.

I henhold til Miljøstyrelsens vejledning om støj fra jernbaner /3/ er en bolig reelt støjbelastet, når $L_{den} > 64 \text{ dB(A)}$ eller $L_{Amax} > 85 \text{ dB(A)}$ (dvs. støjen er over grænseværdien). Det er imidlertid normal praksis i Banedanmark (Støjprojektet) /19/, at betragte en bolig som støjbelastet, når $L_{den} \geq 64 \text{ dB(A)}$ eller $L_{Amax} \geq 85 \text{ dB(A)}$ (dvs. støjen er den samme som eller over grænseværdien). Denne praksis er også anvendt i dette projekt.

4.8.2 Grænseværdier for mærkbare vibrationer

Miljøstyrelsen vejledende grænseværdier for vibrationer fra jernbaner, er sammenfattet i Tabel 12.

Områdetype	Periode	Vejledende grænseværdier for mærkbare vibrationer
Boliger, børneinstitutioner og lignende	Hele døgnet	$L_{aw} = 75 \text{ dB(KB)}$
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde Kontorer, undervisningslokaler	Aften/nat (kl.18-07)	$L_{aw} = 75 \text{ dB(KB)}$
	Dag (kl.07-18)	$L_{aw} = 80 \text{ dB(KB)}$
Erhvervsbebyggelse		$L_{aw} = 85 \text{ dB(KB)}$

Tabel 12: Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for vibrationer /4/.

Den vejledende grænseværdi for mærkbare vibrationer er 75 dB(KB) i boliger. Der er tale om det maksimale indendørs vibrationsniveau. Konstruktionen af den enkelte bygning har en betydelig indflydelse på niveauet. Grænsen på 75 dB(KB) gælder for vibrationer på gulv i opholdsrum under en togpassage.

For jernbaner har Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for støjmålinger udarbejdet en orientering /7/ og retningslinjer /14/ der beskriver, hvordan grænseværdien for vibrationer skal tolkes. Grænseværdien gælder for den togtype, der giver anledning til den højeste værdi af L_{aw} .

4.9 Støj og vibrationer i anlægsfasen

Støj og vibrationer i anlægsfasen er vurderet på baggrund af erfaringsværdier fra anlægsarbejder generelt og med fokus på de væsentligste arbejdsprocesser for projektet. Der er således ikke foretaget egentlige støjberegninger for anlægsfasen i alle dens faser eller ved samtlige broer, idet det i praksis vil være umuligt at opstille et tilnærmelsesvis retvisende grundlag for forudsætningerne ved anlægsaktiviteterne på det foreliggende grundlag. Det er endvidere endnu ikke afklaret, hvordan entreprenørerne vil udføre opgaverne og dermed præcist, hvilke maskiner der vil indgå i arbejderne.

Støjen i anlægsperioden vurderes derfor med udgangspunkt i den eller de arbejdsprocesser, som vurderes at være mest støjende i de enkelte faser og i forhold til nærmeste boligbebyggelse. Støjen beregnes ved hjælp af metoden beskrevet i Miljøstyrelsen vejledning nr. 5, 1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder" /10/.

Vurdering af vibrationer fra anlægsarbejde er foretaget ud fra særligt udsatte områder og praktiske erfaringer. Der eksisterer ingen standardiseret metode, og jordens karakter har stor indflydelse på vibrationernes udbredelse. Også bygningers konstruktion påvirkes og reagerer forskelligt.

4.9.1 Væsentlige arbejdsprocesser i forhold til støj

Overordnet set kan arbejder og aktiviteterne opdeles i, om de foregår på eller udenfor sporet. Dertil kommer midlertidige arbejds- og oplagspladser, som etableres tæt ved de steder, hvor der udføres konstruktioner eller anlægsarbejder.

Aktiviteter i forbindelse med arbejder på sporet omhandler bl.a. følgende aktiviteter:

1. Jordarbejder og klargøring af de eksisterende spor herunder udvidelser af banedæmningen og etablering af kontrabanketter vha. almindeligt entreprenørmateriel som gravemaskiner, lastbiler og lignende
2. Fornyelse af materialer under skinnerne samt justering og stabilisering af skinner og sveller.

De konstruktionsrelaterede aktiviteter omhandler etablering af 5 nye vejbroer, renovering af 2 eksisterende vejbroer og nedlæggelse af 6 vejoverkørsler.

Etableringen af vejbroer kan udføres på tre måder herunder:

- 1: In-situ støbning¹ af bro
- 2: Rammebro
- 3: Elementbro

Etablering af nye vejbroer forventes at kunne gennemføres på 100-130 arbejdsdage pr. bro med 4-6 natspærringer indlagt. Der forventes et enkelt sted at skulle etableres en større 4-fagsbro. Her forventes anlægsarbejdet at vare ca. 220 arbejdsdage med op til 35 natspærringer indlagt.

Vejbroer etableres de fleste steder som erstatning for (niveaufri) vejoverførsler.

For *Tilvalget* skal der etableres to nye vejbroer Herudover vil der være 2 eksisterende vejbroer, som skal nedrives. Nedrivning af en bro forventes at tage omkring 4 dage afhængig af hvilken brotype, der efterfølgende etableres.

Der indrettes omkring 25 arbejds- og depotpladser langs banen, som entreprenørerne kan benytte. Omfanget af aktiviteter på arbejdspladserne kendes ikke, men pladserne tænkes anvendt til mandskabsskure, oplag af materialer mv. Det vurderes erfaringsmæssigt, at aktiviteterne vil være af begrænset omfang og have karakter af kortvarige læsse- og losseaktiviteter.

Entreprenørmaskinernes bidrag til støjbelastning ved de omkringliggende naboer udregnes på baggrund af maskinernes lydeffektniveau, L_{WA} . Nyt materiel er ofte mindre støjende end ældre materiel, men som udgangspunkt afhænger støjen af den arbejdsopgave, entreprenørmaskinen udfører.

- Ramning eller nedvibrering af spuns og pæle har typisk har et lydeffektniveau på $L_{WA} = 115-125$ dB(A).
- Traditionelt entreprenørmateriel har generelt lydeffektniveauer i størrelsesorden $L_{WA} = 100-110$ dB(A).
- Kørsel med hjælpeudstyr i form af forskellige troljer mv. har et typisk lydeffektniveau på $L_{WA} = 90-105$ dB(A).

Metoden for vurdering af de støjmæssige gener ved anlægsarbejdet er i denne sammenhæng foretaget ved at vurdere afstanden for overholdelse af 70 dB(A), som er støjgrænsen for væsentlige arbejdsprocesser, samt ved at opgøre antallet af boliger inden for den givne afstand, hvor støjniveauet er over støjgrænsen. Ud fra antallet af boliger er støjpåvirkningen angivet på en skala fra 0 til 3. På den måde kan der relativt hurtigt skabes et overblik over omfanget af boliger, der er (væsentligt) påvirkede af støj. Følgende skala er anvendt i vurderingen af støjpåvirkningen af området ved hver anlægsaktivitet.

¹ Støbning på stedet.

- 0: Ingen belastede boliger
- 1: 1-10 boliger hvor $L_{Aeq} > 70$ dB(A)
- 2: 11-20 boliger hvor $L_{Aeq} > 70$ dB(A)
- 3: Flere end 20 boliger hvor $L_{Aeq} > 70$ dB(A).

Skalaen kan oversættes til følgende påvirkninger:

- 0: Ingen/ubetydelig påvirkning
- 1: Mindre påvirkning
- 2: Moderat påvirkning
- 3: Væsentlig påvirkning.

Ved hver af de berørte broer etableres midlertidige arbejdspladser med mandsskurer. Pladserne vil endvidere blive anvendt som oplagsplads for materialer samt blive anvendt som adgangsvej for entreprenørmateriel til arbejdsområdet ved sporet.

4.9.2 Væsentlige arbejdsprocesser i forhold til vibrationer

Ramning og vibrering af spuns og pæle er de anlægsaktiviteter, hvor der er størst risiko for vibrationsgener. Afstanden for at overholde komfortniveauet på 75 dB(KB) ved de aktuelle lokaliteter vurderes, og antallet af boliger inden for den givne afstand optælles.

Ud fra antallet af boliger er vibrationspåvirkningen angivet på en skala fra 0 til 3. På den måde kan der relativt hurtigt skabes et overblik over omfanget af boliger, der er (væsentligt) påvirkede af vibrationer. Følgende skala er anvendt i vurderingen af vibrationspåvirkningen af området ved hver anlægsaktivitet.

- 0: Ingen belastede boliger
- 1: 1-10 boliger hvor $L_{aw} > 75$ dB(KB)
- 2: 11-20 boliger hvor $L_{aw} > 75$ dB(KB)
- 3: Flere end 20 boliger hvor $L_{aw} > 75$ dB(KB).

Skalaen kan oversættes til følgende påvirkninger:

- 0: Ingen/ubetydelig påvirkning
- 1: Mindre påvirkning
- 2: Moderat påvirkning
- 3: Væsentlig påvirkning.

4.10 Støj og vibrationer i driftsfasen

Undersøgelsen af de støjmæssige konsekvenser er gennemført ved brug af beregningsmetoden Nord2000 /9/. Støjen fra jernbanen er beregnet som både årsmiddelværdien (L_{den}) og maksimalniveauet (L_{Amax}) af støjen under passage af et tog (med den mest støjende togttype).

L_{den} er sammensat af en beregning af støjen i perioderne; dag (kl. 07-19), aften (kl. 19-22) og nat (kl. 22-07), beregnet hver for sig. Før beregning af middelværdien for hele døgnnet, er støjen i natperioden tillagt 10 dB, og støjen i aftenperioden er tillagt 5 dB. Hensigten med denne metode er, at støjberegningernes resultater skal afspejle, at støj om aftenen og om natten er mere generende end støj om dagen.

Kortlægning af støjen er gennemført for en ca. 1.000 m bred korridor langs jernbanen fra Aarhus H til Hobro station. I undersøgelserne indgår også støjbidrag fra de nærliggende/tilstødende jernbanestrækninger herunder:

- Fredericia – Aarhus H (inkl. Aarhus – Odder)
(km 106+100 – 107+650)
- Bidrager med støj ved Aarhus H
- Hobro – Aalborg
- Bidrager med støj ved Hobro
- Langå – Struer
- Bidrager med støj ved Langå.

Antallet af støjbelastede boliger eller bygninger med anden støjfølsom anvendelse optælles indenfor undersøgelsesområdet.

Ved beregning af maksimalniveauet (L_{Amax}) indregnes et tillæg på 6 dB ved kørsel gennem sporskifter som beskrevet i /13/.

Beregningerne er udført på to måder:

1) Beregning af støjens udbredelse, L_{den} og L_{Amax}

Resultaterne foreligger som støjkort, der viser støjens udbredelse omkring banen. Støjkortene viser hhv. årsmiddelværdier som L_{den} samt maksimalstøjniveauet L_{Amax} . Beregningshøjden for begge støjkort er 1,5 meter over terræn. Ved beregning af støjkort indgår også refleksioner fra bygningers facader. Tæt ved de enkelte bygninger kan støjkurverne derfor vise et støjniveau, der kan være op til 2-3 dB højere end uden refleksioner. De vejledende grænseværdier jf. Tabel 11 gælder imidlertid for frit felt, også kaldet fritfeltsværdi, hvor støj der reflekteres fra egen bygningsfacade ikke skal medregnes. Støjkort er helt tæt ved bygninger vil derfor ikke være helt retvisende i forhold til, om de vejledende grænseværdier er overholdt eller ej. Ved beregning af støjen indgår eksisterende støjskærme. Af Bilag 4 ses en række støjkort, der viser støjforholdene under de forskellige projektscenarier.

2) Beregning af støjen ved facaden af boliger og andre bygninger

Til brug for optælling af antallet af støjbelastede boliger er der gennemført beregning af hhv. årsmiddelværdier som L_{den} og maksimalstøjniveauet L_{Amax} ved facaden af boliger og andre støjfølsomme bygninger. Resultaterne af beregningerne af støjbelastningen på facaderne er anvendt til optælling af antallet af støjbelastede boliger langs banen. Ved disse beregninger indgår ikke støj, der reflekteres fra egen bygningsfacade, dvs. fritfeltsværdi, og resultaterne er derfor sammenlignelige med de vejledende grænseværdier,

jævnfør Tabel 11. Beregningshøjden på facaden er for stueplan fastsat til 2 meter over terræn (svarende til højden midt på et vindue). Ved etageboliger og boliger med udnyttet tagetage er der regnet i flere højder svarende til etagehøjden. Ved beregning af støjen indgår virkningen af eksisterende støjskærme.

4.10.1 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 som støjbelastede, hvis støjen ved boligens facade (beregnet med metode 2 som angivet ovenfor), anført som L_{den} , er større end eller lig med 64 dB(A). Boligen betragtes også som støjbelastet, hvis støjen angivet som L_{Amax} er større end eller lig med 85 dB(A), også selvom L_{den} -niveauet er under 64 dB(A).

Hvis parcel- og rækkehuse, stuehuse og lignende 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. Anvendelsen af bygningerne er baseret på oplysninger fra Bygnings- og Boligregistret, BBR.

Opgørelsen af antallet af støjbelastede boliger og andre bygninger er koncentreret om den mest støjfølsomme anvendelse af den enkelte bygning jf. Tabel 13. Det er alene egentlige ejendomme til boligformål, der ligger til grund for beslutning om etablering af støjskærme, ligesom det også kun er ejendomme til boligformål, der kan få tilbud om tilskud til støjisolering.

Tabel 13 viser de bygningstyper, der indgår i optællingen af støjbelastede bygninger.

Bygningsanvendelse i resultatskemaer	BBR bygningskategorier	
	Kode	Betegnelse
Parcel- og rækkehuse, stuehuse m.m.	110	Stuehus til landbrugsejendom
	120	Fritliggende enfamiliehus
	130	Række-, kæde- eller dobbelthus
	190	Anden bygning til helårsbebyggelse
Etageboliger og kollegielejligheder	140	Bolig i etageboligbebyggelse
	150	Kollegieværelse/lejlighed
Døgninstitutioner	160	Døgninstitutioner

Tablet 13. Oversigt over bygningstyper, der indgår i støjundersøgelsens opgørelser af antal støjbelastede boliger og andre bygninger.

Banedanmark arbejder med et væsentlighedskriterium svarende til en stigning på mindst 1 dB i forhold til støjniveauet inden projektet. Væsentlighedskriteriet anvendes for boliger, der inden projektet udføres allerede har en støjbelastning over grænseværdierne.

Yderligere oplysninger om forudsætninger for boliger kan ses af Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger.

4.10.2 Støjbelastningstal

Den samlede belastning med støj, og dermed de gener, som støjen medfører i et område, kan udtrykkes som antallet af boliger, der udsættes for støj over den vejledende grænseværdi kombineret med støjniveauet ved de enkelte boliger.

I Danmark anvendes det såkaldte støjbelastningstal (SBT), som er et udtryk for den samlede støjgene. Støjen beregnes ved hver enkelt bolig og ganges med en genegrad, der er fastlagt på baggrund af undersøgelser af de gener, mennesker oplever, når de udsættes for støj fra jernbaner ved boligen. Et støjbelastningstal på 0 angiver, at støjpåvirkningen i et givent område er acceptabel, idet støjbelastningen ved alle ejendomme er under de vejledende grænseværdier.

Støjbelastningstallet giver således mulighed for at sammenligne forskellige projekter eller situationer med hensyn til støj ud fra genevirkningen i stedet for udelukkende en opgørelse af antal støjbelastede boliger.

Støjbelastningstallet anvendes ligeledes som grundlag for udpegning af banestrækninger, hvor det er økonomisk rentabelt at opsætte støjskærme.

Yderligere detaljerede oplysninger om støjbelastningstal kan ses af Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger.

4.10.3 Trafikgrundlag

Det trafikale grundlag til beregning af støj fra jernbanen er oplyst af Banedanmark. Ved beregningerne er der anvendt trafikmængder

(togmeter/døgn) og togtyper som anført i Tabel 14. I Bilag 2 fremgår en detaljeret oversigt over trafikmængder og hastigheder.

Togmængder anvendt i beregningerne ses af Tabel 14.

Strækning	Togtype	Eksisterende Forhold År 2015	0-alternativ År 2030	Grund-løsning År 2030	Tilvalg År 2030
Skanderborg – Aarhus H	IC3	11,24	-	-	-
	ICX	-	13,35	13,35	13,35
	ET	-	8,32	8,32	8,32
	Lint	2,16	3,36	3,36	3,36
	Gods	0,53	1,68	1,68	1,68
Aarhus H – Langå	IC3	7,88	-	-	-
	ICX	-	6,60	6,60	6,60
	ET	-	3,36	3,36	3,36
	Lint	2,16	3,36	3,36	3,36
	Gods	0,17	1,68	1,68	1,68
Langå – Randers	IC3	7,87	-	-	-
	ICX	-	6,60	6,60	6,60
	ET	-	3,36	3,36	3,36
	Lint	-	-	-	-
	Gods	0,18	1,68	1,68	1,68
Langå – Viborg	Lint	2,16	3,36	3,36	3,36

Tabel 14. Trafikmængder i 1.000 togmeter pr. gennemsnitsdøgn for de undersøgte scenarier.

ICX betegner et fremtidigt højhastighedstog, som forventes indført med tiden. Lint (Coradia Lint) betegner de nyeste lokal- og regionalbane tog, og ET er et tog svarende til det nuværende Øresundstog.

4.10.4 Sporjusteringer og andre ombygninger

Der bliver foretaget sporjusteringer på stort set hele strækningen. På enkelte delstrækninger vil der være udskiftning af skinner, sveller og sporkasse.

Ingen af disse tiltag vurderes at have nogen indflydelse på støjens udbredelse fra jernbanen.

4.10.5 Beregningsmodel

Der er anvendt beregningsmodellen Nord2000 og programmet SoundPLAN 7.4 med opdatering fra 04.12.2015. Kort fortalt opbygges der en tredimensionel model af den eksisterende og den fremtidige bane inklusiv terræn, bygninger og øvrige omgivelser. Herefter beregnes støjen dels i landskabet og dels ved de enkelte bygninger

Der er medtaget en række tekniske forudsætninger og en række oplysninger, der beskriver omgivelserne, støjen og støjudbredelsen. Detaljerede oplysninger om beregningsforudsætningerne kan ses af Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger.

4.10.6 Støjskærme

På baggrund af de gennemførte beregninger undersøges det, om der på grundlag af den beregnede støjbelastning ved boliger langs jernbanen samt det beregnede støjbelastningstal, er grundlag for at etablere støjskærme langs jernbanen. I afsnit 8.3 om afværgeforanstaltninger ses resultat af undersøgelsen om, hvor det er nødvendigt at opsætte støjskærme af hensyn til støjbelastede boliger.

Detaljerede oplysninger om kriterier for, hvornår der skal etableres støjskærme, kan ses af Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger.

4.10.7 Støjisolering

Støjisolering kan tilbydes til boliger, som bliver støjbelastede som følge af hastighedsopgraderingen Aarhus-Hobro. Der kan tilbydes tilskud til facadeisolering, dvs. i praksis til udskiftning af almindelige vinduer med lydisolerende vinduer mv. De naboer, som opfylder kriterierne for at få økonomisk tilskud til støjisolering, vil efter detailprojekteringen blive kontaktet af Banedanmark. Her informeres om processen og om muligheden for at modtage støtte til udskiftning af boligens vinduer, da det typisk er gennem vinduerne, støjen trænger ind i boligen. Boligen skal være godkendt som helårsbolig, og støjniveauet beregnet på facaden skal være på 64 dB(A) som middelværdi eller 85 dB(A) som maksimalværdi for at komme i betragtning. Der skal endvidere være sikkerhed for, at man er påvirket som følge af hastighedsopgraderings-projektet. Dette betyder, at der i fremtiden skal være en stigning i støjniveauet på 1 dB eller mere i forhold til eksisterende situation, og at der ikke bliver etableret en støjskærm på delstrækningen. Banedanmark yder tilskud til støjisolering alt efter boligens grad af belastning:

$L_{den} > 74 \text{ dB(A)}$ = 90 % tilskud af udgifter på max. kr. 141.948.

$L_{den} 69-74 \text{ dB(A)}$ = 75 % i tilskud af udgifter på max. kr. 118.290.

$L_{den} 64-69 \text{ dB(A)}$ eller $L_{Amax} > 85 \text{ dB(A)}$ = 50 % i tilskud af udgifter på max. kr. 94.632. (indeks Q4 2015)

Alle beløb er inkl. moms.

Boliger der tidligere i Banedanmarks landsdækkende Støjprojekt har modtaget tilskud til facadeisolering kan ikke komme i betragtning ved en eventuel ny runde med facadeisolering.

Til grundlag for vurderingen af hvilke boliger, der tilbydes støtte, er der lavet tekniske beregninger af det forventede støjbillede efter banens opgradering i 2030.

4.10.8 Vejtrafikstøj

Der vil være en række krydsende veje der skal omlægges, som følge af nedlæggelse af overkørsler og etablering af broer. Den ændrede støjbelastninger herfra vil blive vurderet.

4.10.9 Vibrationer i driftsfasen

Til beregning af det nuværende og fremtidige vibrationsniveau er Banedanmarks vibrationsmodel benyttet (version 1.01). Modellen bygger på en lang række målinger med forskellige togtyper i forskellige typer af boliger (dvs. en såkaldt semi-empirisk beregningsmodel).

Ved brug af metoden tages der hensyn til en lang række forhold som:

- Togtype og toghastighed
- Spor konstruktion
- Udbredelse gennem jorden
- Bygningstype

Af Tabel 15 ses hvilke tog, der er benyttet i beregningerne af vibrationer.

Situation	Togtype	Toglængde	Max. hastighed
Eksisterende forhold	Gods	550 meter	120 km/t
	IC3 (tre togsæt)	176 meter	180 km/t
0-alternativ	Gods	550 meter	120 km/t
	IC3 (tre togsæt)	176 meter	180 km/t
Grundløsning	Gods	550 meter	120 km/t
	IC3 (tre togsæt)	176 meter	180 km/t
Tilvalg	Gods	550 meter	120 km/t
	IC3 (tre togsæt)	176 meter	200 km/t

Tabel 15. Trafikgrundlag for vibrationsberegninger.

Som det fremgår af Tabel 15 er toglængder og maksimal hastighed den samme for scenarierne; eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning*. For *Tilvalget* øges maksimalhastigheden for IC3 til 200 km/t. I beregningerne bliver hastigheden tilpasset den lokale strækningshastighed på det givne sted. Tæt ved Aarhus H er hastigheden begrænset til 40 km/t. Modellen kan ikke regne med lavere hastighed end 80 km/t, hvorfor beregningerne er udført for 80 km/t. Det kan medføre, at antallet af vibrationsbelastede bygninger overestimeres en smule netop her.

For 0-alternativ, *Grundløsning* og for *Tilvalget* forventes det, at der bliver benyttet et nyt superlyntog mellem Aarhus H og Hobro. Denne togtype indgår dog ikke som en del af beregningsgrundlaget, da der ikke findes støjdata for det. Der er derfor regnet med togtypen IC3, som vurderes at være den togtype, der minder mest om det nye superlyntog.

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

Yderligere beskrivelse af beregningsforudsætningerne for vibrationer kan ses af Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger.

4.10.10 Usikkerhed

Støj

Resultat af støjberegningerne er forbundet med en vis usikkerhed. Både selve beregningsmodellen, men også forudsætninger, herunder oplysninger om enkelte støjkilde og anlægsbeskrivelser, er behæftet med usikkerhed. Usikkerheden på bestemmelse af støj i anlægsfasen på det foreliggende grundlag, vurderes at være $\pm 5-7$ dB. For støj fra jernbanen i drift vurderes usikkerheden at være ± 3 dB.

Væsentlige usikkerheder i de anvendte forudsætninger om støj fra anlægsarbejdet, trafikdata og data for støjkluder, kan medføre en øget usikkerhed på beregningsresultatet.

Usikkerheden kan reduceres når de præcises forudsætninger kendes i projektets detailfase.

Vibrationer

Resultater fra vibrationsberegningerne er forbundet med en hvis usikkerhed. Både selve beregningsmodellen, men især forudsætninger om undergrunden og bygningernes konstruktion er forbundet med usikkerhed. Usikkerheden på resultater af vibrations- og strukturlydsberegningerne skønnes at være $\pm 5-8$ dB.

Usikkerheden kan reduceres når de præcises forudsætninger kendes i projektets detailfase.

5 0-alternativet

5.1 Støj i driftsfasen

0-alternativet er situationen i 2030, hvor hastighedsopgraderinger af jernbanen på strækningen ikke udføres. Naboprojekter (elektrificering Aarhus-Lindholm, hastighedsopgradering Hobro-Aalborg, projekter syd for Aarhus m.fl.) udføres fortsat, og der udføres ligeledes elektrificering og kapacitetsudvidelse af Aarhus H. Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme som i projektalternativet (samme antal tog og samme toglængder). Togtrafikken drives i 0-alternativet af en kombination af el og diesel, og ikke som i dag af udelukkende diesel. Samtidig køres trafikken med banens nuværende tilladte hastigheder mellem Aarhus og Hobro (uden hastighedsopgraderinger) og ad banens nuværende linjeføring (uden kurveudretninger).

Nyt signalsystem (ERTMS)

Der er truffet beslutning om at udskifte hele Banedanmarks signalsystem med et nyt, moderne system, svarende til de fælles europæiske specifikationer. Signalsystemet vil være implementeret endeligt på strækningen medio 2018 og give mulighed for en hastighedsforøgelse på strækningen.

I 0-alternativet vil der ikke være nogen nye påvirkninger støj og vibrationer langs banen.

Antallet af støjbelastede boliger i driftsfasen fremgår af 15 og 16. Tabellerne viser antal boliger belastet af $L_{den} \geq 64$ dB(A) og $L_{Amax} \geq 85$ dB(A), opgjort hhv. pr. kommune og pr. strækning.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	58	7	0	0	65
Favrskov Kommune	105	65	0	0	170
Randers Kommune	47	4	0	0	51
Mariagerfjord Kommune	12	0	0	0	12
Samlet antal	222	76	0	0	298

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} \geq 85$ dB(A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	282	238	0	0	520
Favrskov Kommune	359	245	0	0	604
Randers Kommune	337	111	1	0	449
Mariagerfjord Kommune	55	23	0	0	78
Samlet antal	1.033	617	1	0	1.651

Tablet 16. Antal støjbelastede boligenheder i 0-alternativet, opgjort pr. kommune.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	9	0	0	0	9
	km 111+900 -125+500	48	7	0	0	55
Strækning 2	km 125+500 -132+900	25	28	0	0	53
	km 132+900 -135+600	14	0	0	0	14
Strækning 3	km 135+600 -153+000	67	37	0	0	104
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	7	0	0	0	7
	km 161+200 -164+400	0	0	0	0	0
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	8	0	0	0	8
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	6	0	0	0	6
	km 178+100 -189+400	29	4	0	0	33
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	8	0	0	0	8
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	1	0	0	0	1
Sum		222	76	0	0	298

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} \geq 85$ dB(A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	52	0	0	0	52
	km 111+900 -125+500	229	238	0	0	467
Strækning 2	km 125+500 -132+900	102	95	0	0	197
	km 132+900 -135+600	42	0	0	0	42
Strækning 3	km 135+600 -153+000	216	150	0	0	366
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	59	22	0	0	81
	km 161+200 -164+400	12	0	0	0	12
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	132	63	1	0	196
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	31	7	0	0	38
	km 178+100 -189+400	106	19	0	0	125
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	21	0	0	0	21
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	31	23	0	0	54
Sum		1.033	617	1	0	1.651

Tabel 17. Antal støjbelastede boligenheder i 0-alternativet, opgjort pr. strækning.

Antallet af boliger belastet med maksimalværdien, L_{Amax} er identiske med eksisterende forhold. Da der kommer flere godstog, vil de enkelte boliger dog blive belastet af maksimalværdien hyppigere.

I Bilag 4, kort nr. 5 og 8 kan eksempler på støjubredelsen fra jernbane ved hhv. Randers og Sønder Onsild ses.

5.2 Vibrationer i driftsfasen

Vibrationsbelastningen for 0-alternativet er identisk med vibrationsbelastningen for eksisterende forhold, da det er godstog, der er dimensionerende for vibrationsbelastningen og hastigheden er uændret i forhold til eksisterende forhold. Se afsnit 6.2.

6 Eksisterende forhold

Kapitlet beskriver de eksisterende støj- og vibrationsforhold i 2015.

6.1 Jernbanestøj

I alt 1.651 boliger langs stækningen er i dag klassificeret som belastet med støj over de gældende grænseværdier, hvorfor de betegnes som støjbelastede. I Bilag 4 (kort 4 og kort 7) ses eksempler på støjkort for de eksisterende forhold for strækningen Aarhus H-Hobro.

Som det ses af nedenstående tabel, er 29 boliger støjbelastet pga. gennemsnitsstøjen ($L_{den} \geq 64$ dB(A)) målt over et døgn, mens 1.651 boliger er udsat for et maksimalniveau over $L_{Amax} > 85$ dB(A). De 29 boliger der er støjbelastet af gennemsnitsstøjen er også udsat for et maksimalniveau over $L_{Amax} > 85$ dB(A), dvs. de 29 boliger indgår også i de 1.651 boliger der er støjbelastet med L_{Amax} .

Resultater af beregninger og optællinger ses af Tabel 18 og Tabel 19.

Resultaterne er opgjort hhv. pr kommune og pr. delstrækning.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune (km 109+300 – 126+000)	7	0	0	0	7
Favrskov Kommune (km 126+000 – 153+800)	9	0	0	0	9
Randers Kommune (km 153+800 – 183+300)	5	4	0	0	9
Mariagerfjord Kommune (km 183+300 – 200+900)	4	0	0	0	4
Samlet antal	25	4	0	0	29

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune (km 109+300 – 126+000)	282	238	0	0	520
Favrskov Kommune (km 126+000 – 153+800)	359	245	0	0	604
Randers Kommune (km 153+800 – 183+300)	337	111	1	0	449
Mariagerfjord Kommune (km 183+300 – 200+900)	55	23	0	0	78
Samlet antal	1.033	614	1	0	1.651

Tabel 18. Antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, opgjort pr. kommune.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	0	0	0	0	0
	km 111+900 -125+500	6	0	0	0	6
Strækning 2	km 125+500 -132+900	5	0	0	0	5
	km 132+900 -135+600	2	0	0	0	2
Strækning 3	km 135+600 -153+000	3	0	0	0	3
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	0	0	0	0	0
	km 161+200 -164+400	0	0	0	0	0
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	0	0	0	0	0
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	1	0	0	0	1
	km 178+100 -189+400	7	4	0	0	11
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	1	0	0	0	1
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	0	0	0	0	0
Sum		25	4	0	0	29

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	52	0	0	0	52
	km 111+900 -125+500	229	238	0	0	467
Strækning 2	km 125+500 -132+900	102	95	0	0	197
	km 132+900 -135+600	42	0	0	0	42
Strækning 3	km 135+600 -153+000	216	151	0	0	366
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	59	22	0	0	81
	km 161+200 -164+400	12	0	0	0	12
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	132	63	1	0	196
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	31	7	0	0	38
	km 178+100 -189+400	106	19	0	0	125
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	21	0	0	0	21
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	31	23	0	0	54
Sum		1.033	617	1	0	1.651

Tabel 19. Antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, opgjort pr. strækning.

I Bilag 4, kort nr. 4 og 7 kan eksempler på støjbredden fra jernbane ved hhv. Randers og Sønder Onsild ses.

I øvrigt skal bemærkes, at på grund af refleksioner i bygningsfacader viser støjkortene ikke fritfeltsniveauer og kan derfor ikke direkte sammenlignes med de vejledende grænseværdier. Lige foran bygningsfacader kan støjniveauet være 2-3 dB højere end fritfeltsværdien. Det er alene

beregningerne på bygningsfacaderne, der anvendes i forbindelse med opgørelsen af antallet af støjbelastede boliger samt eventuelle afværgetiltag. Støjkortene giver til gengæld en udmærket visuel præsentation af støjens udbredelse i omgivelserne, selvom støjniveauet ved de enkelte facader ikke kan aflæses.

6.2 Vibrationer

Der er gennemført beregninger af den afstand, hvor Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for vibrationer netop er overholdt. Antallet af boliger er derefter talt op inden for de beregnede afstande.

Resultatet er, at i alt 318 boliger langs jernbanen Aarhus-Hobro i dag ligger inden for den afstand, hvor de vil blive udsat for et kritisk niveau af vibrationer. Den beregnede afstand fra sporet, hvor der kan forekomme kritiske vibrationer, varierer fra 8 – 35 meter fra nærmeste spor, afhængig af hastighed og bygningstype.

Resultater af beregninger og optællinger ses af Tabel 20 og Tabel 21.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	70	0	0	0	70
Favrskov Kommune	118	14	0	0	132
Randers Kommune	93	4	0	0	97
Mariagerfjord Kommune	15	4	0	0	19
Samlet antal	296	22	0	0	318

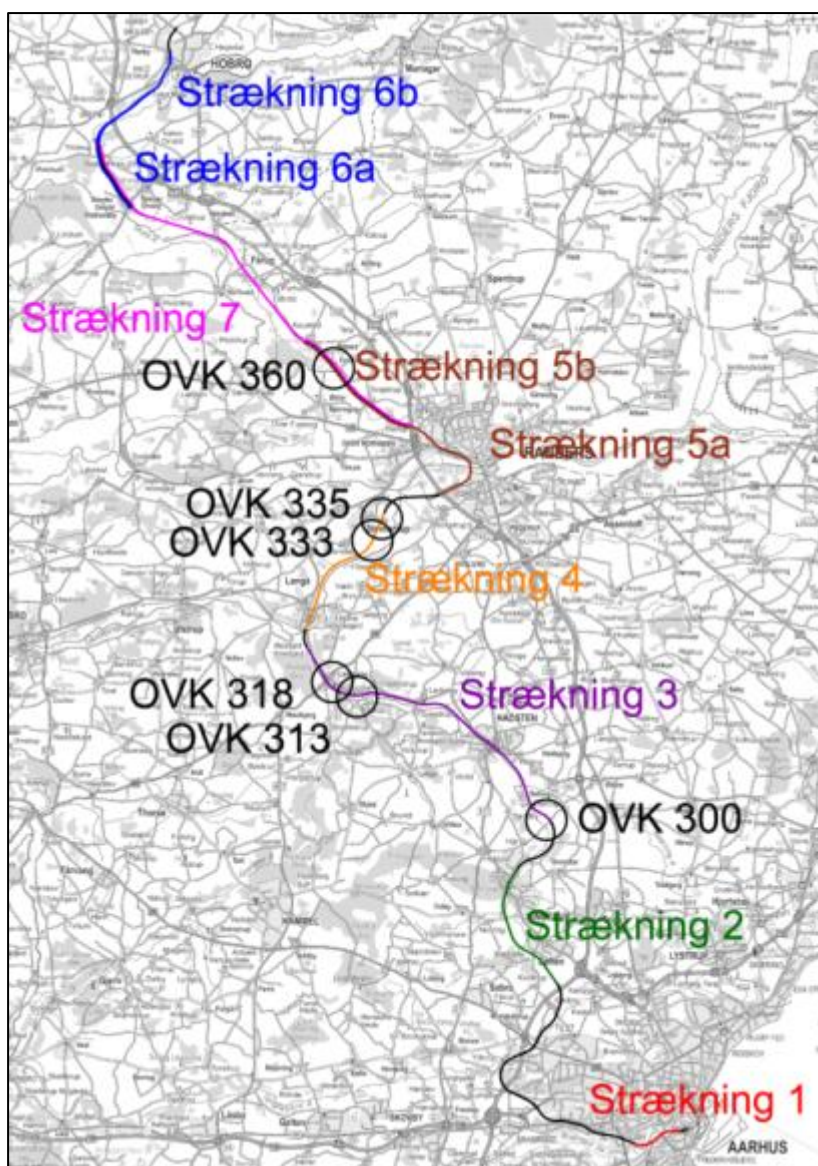
Tabel 20. Antal vibrationsbelastede boligenheder under eksisterende forhold, opgjort pr kommune.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejigheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	18	0	0	0	18
	km 111+900 -125+500	51	0	0	0	51
Strækning 2	km 125+500 -132+900	33	8	0	0	41
	km 132+900 -135+600	19	0	0	0	19
Strækning 3	km 135+600 -153+000	67	6	0	0	73
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	9	0	0	0	9
	km 161+200 -164+400	0	0	0	0	0
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	40	0	0	0	40
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	11	0	0	0	11
	km 178+100 -189+400	36	4	0	0	40
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	10	0	0	0	10
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	2	4	0	0	6
Sum		296	22	0	0	318

Table 21. Number of vibrationally loaded dwellings under existing conditions, calculated per stretch.

7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen for Grundløsningen – midlertidige påvirkninger

Dette kapitel beskriver støj- og vibrationspåvirkningen fra anlægsarbejdet ved hastighedsopgraderingen af jernbanen Aarhus-Hobro for *Grundløsningen*. Mulige afværgeforanstaltninger beskrives, og de støj- og vibrationsmæssige konsekvenser af anlægsarbejdet vurderes.



Figur 2. Opdelingen af strækningen Aarhus-Hobro.

Den viste opdeling af strækningen Aarhus til Hobro er vist på Figur 2. Der er henvist til denne opdeling af strækningen i de efterfølgende vurderinger. På de dele af strækningen, hvor banen er markeret med sort, gennemføres ingen ændringer.

7.1 Støjpåvirkning i anlægsfasen

De væsentligste anlægsaktiviteter i forbindelse med hastighedsopgraderingen vil være:

- Etablering af kontrabanketter
- Udvidelse af dæmninger
- Fornyelse af materialer under skinner, herunder justering og stabilisering
- Etablering af nye vejbroer (5 stk.)
- Renovering af eksisterende broer (2 stk.).

Grundlaget for de følgende anførte aktiviteter støj- og vibrationsemission er Rambølls erfaringsværdier (fra andre lignende anlægsprojekter) for det materiel, der traditionelt benyttes ved denne type anlægsarbejder.

Det er desværre ikke muligt på dette tidlige stadie i projektforløbet at beskrive alle støjkonsekvenser for alle naboer til banen.

For udvalgte anlægsaktiviteter, er der gennemført beregning af afstanden til grænseværdien til hhv. 70 dB(A) (dagperioden) og 40 dB(A) (øvrige tidsrum).

Der er i beregningerne ikke taget højde for eventuel afskærmning af bygninger og lignende. Det er ligeledes forudsat, at støjen udbreder sig over lydmeæssigt porøst terræn. Støjkilderne antages at være 100 % i drift i hele perioden. Dvs. afstandene er således beregnet under konservative forudsætninger, og det aktuelle støjniveau kan være lavere, hvis der senere korrigeres for f.eks. en lavere driftstid end 100 %.

Der anvendes kildestyrker fra Banedanmarks og Rambølls erfaringsmæssige kendskab til operationer og materiel.

Sporrelaterede arbejder

Dette omfatter arbejder i forbindelse med sporet, herunder etablering af kontrabanketter, udvidelse af dæmninger og sporfornyelse. Arbejderne vil medføre støj langs banens linjeføring. De sporrelaterede arbejder omfatter også etablering og drift af omkring 25 midlertidige arbejds- og depotpladser langs banen. Der vil være et varierende aktivitetsniveau ved arbejdspladserne. Etablering af kontrabanketter, udvidelse af dæmninger samt aktiviteter på arbejdspladser omfatter kørsel med entreprenørmaskiner, lastbiler og gravemaskiner. Sporfornyelse vil blive udført med en

sporbygningsmaskine. Den samlede kildestyrke for aktiviteterne ved samtidig drift af materiellet vurderes at være $L_{WA} = 110 \text{ dB(A)}^2$.

Broarbejder

Etablering af broer kan udføres på 3 måder:

- 1: In-situ støbning af bro
- 2: Rammebro
- 3: Elementbro

Støjniveauet ved naboerne vil afhænge af, hvilken brotype der etableres på den pågældende lokalitet. Ved de fleste lokaliteter vil eksisterende overkørsler eller broer blive nedlagt.

Nedrivning af bro

Nedrivning af eksisterende broer forudsættes udført med 2-3 mellemstore gravemaskiner samt 2 lastbiler for bortkørsel af betonbrokker mv. Arbejdsprocessen giver et samlet lydeffektniveau på ca. $L_{WA} = 115 \text{ dB(A)}$.

Ramning af spuns for støttevæg.

Ved etablering af In-situ støbte broer og rammebroer, rammes eller vibreres spuns på begge sider af banen som støttevæg. Ramning af spuns og pæle har et typisk lydeffektniveau på $L_{WA} = 125 \text{ dB(A)}$ og $L_{WA} = 115 \text{ dB(A)}$ ved nedvibrering. Ved ramning har støjen karakter af impulsstøj, som er mere generende, og er derfor korrigeret med +5 dB.

Støbning af brodæk

In-situ støbning af brodæk forudsættes udført vha. 2 samtidige betonkanoner og 1-2 lastbiler. Arbejdsprocessen giver et samlet lydeffektniveau på ca. $L_{WA} = 110 \text{ dB(A)}$.

Elementbro

Præfabrikerede betonelementer opstilles vha. en mobilkran. Arbejdsprocessen har et samlet lydeffektniveau på ca. $L_{WA} = 110 \text{ dB(A)}$.

Ud over etablering af selve brokonstruktionen vil der med almindeligt entreprenørmateriel og asfaltmaskinel ske hævning af vejen på ramperne og reetablering af kørebanen. Denne del af arbejdet vurderes at have et lydeffektniveau på ca. $L_{WA} = 110 \text{ dB(A)}$ svarende til støbning beskrevet herover.

De anførte afstande for ramning af spuns er uden korrektion for støjens karakter. Med korrektion for støjens karakter (+5 dB) er grænseværdiafstanden til 70 dB(A) ca. 200 m.

I Tabel 22 ses beregnede grænseværdiafstande for henholdsvis 70 dB(A) og 40 dB(A) ved de forskellige primære arbejdsprocesser.

² Kildestyrken, angivet med L_{WA} er en betegnelse for hvor megen energi kilden udsender (kildestyrken). Den må ikke forveksles med støjniveauet, som siger, hvor meget støj der kan måles eller beregnes ved fx en bolig. Se også afsnit 14.

Arbejdsproces	Grænseværdiafstand 70 dB(A)	Grænseværdiafstand 40 dB(A)
Sporbygningsmaskine $L_{WA} = 110$ dB(A)	25 m	500 m
Ramning af spuns og pæle $L_{WA} = 125$ dB(A)	125 m	1850 m
Nedvibrering af spuns og pæle $L_{WA} = 115$ dB(A)	45 m	850 m
Nedrivning af bro $L_{WA} = 115$ dB(A)	45 m	850 m
Støbning af bro $L_{WA} = 110$ dB(A)	25 m	500 m
Opstilling af elementbro $L_{WA} = 110$ dB(A)	25 m	500 m

Tabel 22. Beregnede grænseværdiafstande for typiske entreprenørarbejder. Inden for disse afstande vil støjpåvirkningen overstige støjgrænserne, hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A). Beregningerne gælder for støjudbredelse over uskærmet porøst terræn.

Ved udbredelse gennem bebygget område vil grænseværdiafstandene være mindre, fordi bygninger skærmer for bagvedliggende bygninger. Bygninger reflekterer selvfølgelig også støjen, men generelt vil effekten af afskærmning overstige effekten af refleksion. De viste afstande vil dog stadig kunne bruges til at vurdere, om en grænseværdi kan forventes overskredet eller ej.

For den enkelte nabo til banen vil der være tale om perioder med støjbelastninger af varierende styrke afbrudt af perioder uden nævneværdig støj.

Da flere af anlægsarbejderne vil foregå i og tæt på banen, vil disse kun kunne gennemføres i forbindelse med sporspærring. For at opretholde togdriften på de eksisterende spor vil sporspærringer hovedsagligt kun blive gennemført i aften- og natperioden.

Støjkort for broarbejder og eksempler på støjkort for sporrelaterede arbejder kan ses af Bilag 4.

Støj fra midlertidige tilkørselsveje samt arbejds- og depotpladser er ikke undersøgt yderligere, da støjen herfra vil være af mindre betydning sammenholdt med støjen fra de egentlige bro-/sporarbejder. Det vurderes, at der vil være et begrænset aktivitetsniveau, og at det vil have karakter af kortvarige læsse-/losseaktiviteter.

Ved midlertidige arbejdspladser i byer vil boliger tæt på arbejdspladsen kunne blive støjbelastet. Arbejdspladser i tæt bebyggede områder bør indrettes med særlig fokus på at reducere støjpåvirkningen til omgivelserne, om muligt undgå aktiviteter uden for normal arbejdstid.

Aften- og natarbejde kan være nødvendigt i forhold til opretholdelse af tog- og vejtrafikken om dagen. Ved arbejde uden for normal arbejdstid må det generelt forventes, at den normale støjbelastningsgrænse på 40 dB(A) ikke kan overholdes.

7.1.1 Strækning 1 (km 109+300 – 111+900) (Aarhus Kommune)

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 1 fremgår af Tabel 23. I realiteten vil den enkelte bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Udskiftning af sporskifter	Ca. 1 mdr.	Ja

Tabel 23. Støjklender ved strækning 1 (km 109+300 – 111+900).

I Tabel 24 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid).

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed
		200m / 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Udskiftning af sporskifter	-	-	-	-	-	-	0 / 2.120	0 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 24. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

Den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) er 25 meter. På strækning 1 ligger ingen boliger tættere end 25 meter på arbejdsarealet.

Den beregnede grænseværdiafstand for 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid) er 500 meter. I alt ligger 2.120 boliger tættere end 500 meter på arbejdsarealet. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane i Aarhus.

Som det ses vil udskiftning af sporskifter give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid.

7.1.2 Strækning 2 (km 125+500 – 132+900) (Aarhus og Favrskov Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 2 omfatter 8 dæmningsudvidelser pga. mangelfuld sporkasseprofil, udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, én dæmningsudvidelse pga. sporflytning, etablering af én kontrabanket, samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteter for strækning 2 fremgår af Tabel 25. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkassen	Ca. 9 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 2 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 9 mdr.	Ja
Depotpladser	Ca. 3 mdr.	Ja

Tabel 25. Støjkloder ved strækning 2 (km 125+500 – 132+900).

I Tabel 26 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid).

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings- udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller	-	-	-	-	-	-	6 / 419	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 26. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

For de sporrelaterede anlægsarbejder er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) 25 meter. På strækning 2 ligger i alt 6 boliger tættere end 25 meter på de sporrelaterede arbejdsarealer. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane i Søften.

Den beregnede grænseværdiafstand for arbejde uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt 419 boliger ligger tættere end 500 meter på de sporrelaterede arbejdsarealer for strækning 2. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane i Søften.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en mindre påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis de gennemføres uden for normal arbejdstid.

7.1.3 Strækning 3 (km 135+600 – 153+000) (Favrskov Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 3 omfatter 5 dæmningsudvidelser pga. mangelfuld sporkasseprofil, udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, etablering af 3 kontrabanketter samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

På strækning 3 nedlægges tre overkørsler; ved Haarvadbros, ved Lerbjerg, samt ved Laurbjerg. Der skal etableres tre nye broer som erstatning for de nedlagte overkørsler. Antallet af de berørte boliger under broarbejdet er opgjørt ud fra grænseværdiafstandene.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 3 fremgår af Tabel 27. I realiteten vil den enkelte bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 1 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 1 - 5 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 6 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 6 mdr.	Ja
Broarbejde ved Haarvadbros (km 136+251)	Ca. 6 - 9 mdr.	Ja
Broarbejde ved Lerbjerg (km 145+899)	Ca. 8 - 10 mdr.	Ja
Broarbejde ved Laurbjerg (km 149+625)	Ca. 11 - 13 mdr.	Ja
Depotpladser	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja

Tabel 27. Støjklender ved strækning 3 (km 135+600 – 153+000).

I Tabel 28 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 11 - 16, kan støjudbredelsen for de tre broarbejder ses.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning/ jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom-hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings-udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller	-	-	-	-	-	-	9 / 1.982	1 / 3
Haarvadbros	Ny bro	0 / 330	0 / 3	-	-	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Lerbjerg	Ny bro	21 / 118	3 / 3	-	-	1 / 52	1 / 3	1 / 52	1 / 3
Laurbjerg	Ny bro	52 / 494	3 / 3	-	-	6 / 138	1 / 3	6 / 138	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 28. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

Ved støbning af broerne, håndtering af elementer, sporbygning eller jordarbejde begrænses de støjbelastede boliger over 70 dB(A) til én bolig ved Lerbjerg og 6 boliger Laurbjerg. Der forventes én støjbelastet bolig over 40 dB(A) ved Haarvadbros, 52 støjbelastede boliger ved Lerbjerg og 138 støjbelastede boliger ved Laurbjerg.

For de sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 3 er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) på 25 meter. På strækningen ligger i alt 9 boliger tættere end 25 meter fra arealer med sporbygning og jordarbejder. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane,

Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt ligger 1.982 boliger tættere end 500 meter på disse anlægsarbejder. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane.

Som det fremgår af Tabel 28, vil der ved rammearbejdet kunne forventes 21 støjbelastede boliger over 70 dB(A) ved broarbejdet ved Lerbjerg og 52 støjbelastede boliger ved broarbejdet ved Laurbjerg. Der forventes 330 støjbelastede boliger over 40 dB(A) ved Haarvadbros, 118 støjbelastede boliger over 40 dB(A) ved Lerbjerg og 494 støjbelastede boliger over 40 dB(A) ved Laurbjerg.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en mindre påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. Arbejderne vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis de gennemføres uden for normal arbejdstid.

Etablering af en ny bro ved Haarvadbros vil give anledning til en mindre til væsentlig påvirkning, hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid.

Etablering af en ny bro ved Lerbjerg vil give anledning til en mindre til væsentlig påvirkning, hvis arbejdet gennemføres inden for normal arbejdstid. Hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning.

Etablering af en ny bro ved Laurbjerg vil give anledning til en mindre til væsentlig påvirkning, hvis arbejdet gennemføres inden for normal arbejdstid. Hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning.

7.1.4 Strækning 4 (km 153+600 – 161+200) (Favrskov og Randers Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 4 omfatter udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, etablering af én kontrabanket, samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

På strækning 4 nedlægges 2 overkørsler, og der skal etableres en ny bro ved Stevnstrup. Ud fra grænseværdiafstandene er antallet af de berørte boliger under broarbejdet opgjort.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 4 fremgår af Tabel 29. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i kortere perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Kontrabanket	Ca. 1 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Broarbejde ved Stevnstrup (160+859)	Ca. 6 – 11 mdr.	Ja
Depotplads	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja

Tabel 29. Støjkloder ved strækning 4 (km 153+600 – 161+200).

I Tabel 30 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde inden for normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde uden for normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 17 - 18 kan støjdbredelsen for broarbejdet ses og på kort

nr. 28 kan eksempel på støjdbredelsen for strækingsarbejdet på strækning 4 ses.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings- udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller	-	-	-	-	-	-	5 / 980	1 / 3
Stevnstrup	Ny bro	93 / 818	3 / 3	-	-	2 / 228	1 / 3	2 / 228	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 30. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

For de sporrelaterede anlægsarbejder langs strækningen er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) på 25 meter. På strækning 4 ligger i alt 5 boliger tættere end 25 meter på arealer for sporbygning og jordarbejder. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane i Langå og Stevnstrup,

Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt ligger 980 boliger tættere end 500 meter på anlægsarbejderne. Alle boligerne er beliggende langs den eksisterende jernbane i Langå og Stevnstrup.

Som det fremgår af Tabel 30, vil der ved ramning kunne forventes 93 støjbelastede boliger over 70 dB(A) ved broarbejdet ved Stevnstrup. Der forventes 818 støjbelastede boliger over 40 dB(A) ved Stevnstrup.

Ved støbning af broen, håndtering af elementer, sporbygning eller jordarbejde begrænses de støjbelastede boliger over 70 dB(A) til to støjbelastede boliger. Der forventes 228 støjbelastet boliger belastet med over 40 dB(A) ved Stevnstrup.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en mindre påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis de gennemføres uden for normal arbejdstid.

Etablering af en ny bro ved Stevnstrup vil give anledning til en mindre til væsentlig påvirkning, hvis arbejdet gennemføres inden for normal arbejdstid.

Hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning.

7.1.5 Strækning 5a (km 164+400 – 170+700) (Randers Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 5a omfatter 2 dæmningsudvidelser, udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, etablering af 3 kontrabanketter, samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 5a fremgår af Tabel 31. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 2 – 3 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 1 - 4 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Depotplads	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja

Tabel 31. Støjkloder ved strækning 5a (km 164+400 – 170+700).

I Tabel 32 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 32 kan eksempel på støjdbredelsen for strækningsarbejdet på strækning 5a ses.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmningsudvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller, udskiftning af sporkassen	-	-	-	-	-	-	5 / 3.357	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 32. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

For de sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 5a er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) på 25 meter. På strækning 5a ligger i alt 5 boliger tættere end 25 meter på sporrelaterede arbejdsarealer. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane

Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. På strækning 5a ligger i alt 3.357 boliger tættere end 500 meter på sporrelaterede arbejdsarealer. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en mindre påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis de gennemføres uden for normal arbejdstid.

7.1.6 Strækning 5b (km 170+700 – 178+100) (Randers Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 5b omfatter to dæmningsudvidelser, udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, etablering af én kontrabanket, samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

På strækning 5b nedlægges én overkørsel, og der skal etableres en ny bro ved Bjerregrav. Derudover skal der udskiftes en kantbjælke på en eksisterende bro ved Kousted. Ud fra grænseværdiafstandene er antallet af de berørte boliger under broarbejdet opgjort.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 5b fremgår af Tabel 33. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 1 – 2 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 1 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Broarbejde ved Bjerregrav (km 175+786)	Ca. 6 - 10 mdr.	Ja
Broarbejde ved Kousted (km 177+080)	Ca. 2 mdr.	Ja
Depotplads	Ca. 1 -2 mdr.	Ja

Tabel 33. Støjklider ved strækning 5b (km 170+700 – 178+100).

I Tabel 34 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 19 - 22 kan støjdbredelsen for de to broarbejder ses.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings- udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	11 / 123	2 / 3
Bjerregrav	Ny bro	19 / 282	2 / 3	- / -	- / -	1 / 37	1 / 3	1 / 37	1 / 3
Kousted	Udskiftning af kantbjælke	- / -	- / -	0 / 34	0 / 3	0 / 10	0 / 2	-	-

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 34. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

For de sporrelaterede anlægsarbejder langs strækningen er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) 25 meter. På strækning 5b ligger i alt 11 boliger tættere end 25 meter på arealer for sporbygning og jordarbejder. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane,

Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt ligger 123 boliger tættere end 500 meter fra anlægsarbejderne. Alle boligerne er beliggende langs den eksisterende jernbane.

Som det fremgår af Tabel 34, vil der ved rammearbejdet kunne forventes 19 støjbelastede boliger over 70 dB(A) ved broarbejdet ved Bjerregrav. Der forventes 282 støjbelastede boliger over 40 dB(A) ved broarbejdet ved Bjerregrav.

Ved støbning af broen, håndtering af elementer, sporbygning eller jordarbejde begrænses de støjbelastede boliger over 70 dB(A) til én støjbelastet bolig. De støjbelastede boliger over 40 dB(A) begrænses til 37 støjbelastet boliger.

Ved nedrivningsarbejdet for broen ved Kousted forventes ingen støjbelastede boliger over 70 dB(A). Der forventes 34 støjbelastede boliger over 40 dB(A) ved broarbejdet ved Kousted.

Ved støbning af broen, håndtering af elementer, sporbygning eller jordarbejde begrænses de støjbelastede boliger over 40 dB(A) begrænses til 10 støjbelastede boliger ved Kousted.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en moderat påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis de gennemføres uden for normal arbejdstid.

Etablering af en ny bro ved Bjerregrav vil give anledning til en mindre til moderat påvirkning, hvis arbejdet gennemføres inden for normal arbejdstid. Hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning.

Udskiftning af kantbjælke på broen ved Kousted vil give anledning til en moderat til væsentlig påvirkning, hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid.

7.1.7 Strækning 6a (km 189+400 – 193+100) (Mariagerfjord Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 6a omfatter en dæmningsudvidelse, samt udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, etablering af en kontrabanket, samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 6a fremgår af Tabel 35. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 4 - 5 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 4 - 5 mdr.	Ja
Depotplads	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja

Tabel 35. Støjklider ved strækning 6a (km 189+400 – 193+100).

I Tabel 36 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde inden for normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde uden for normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 33 kan eksempel på støjudbredelsen for strækningsarbejdet på strækning 6a ses.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmningsudvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	2 / 154	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 36. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

For jordarbejde og sporarbejde langs strækningen er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) på 25 meter. På strækning 6a ligger i alt 2 boliger tættere end 25 meter på arealer for sporbygning og jordarbejder. Alle boliger er beliggende langs den eksisterende jernbane.

Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt ligger 154 boliger tættere end 500 meter fra anlægsarbejderne. Alle boligerne er beliggende langs den eksisterende jernbane.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en mindre påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis det gennemføres uden for normal arbejdstid.

7.1.8 Strækning 6b (km 193+100 – 200+900) (Mariagerfjord Kommune)

De sporrelaterede anlægsarbejder langs strækning 6b omfatter 5 dæmningsudvidelser, udskiftning af sporkassen på dele af strækningen, etablering af 3 kontrabanketter, samt delvis udskiftning af skinner og sveller.

På strækning 6b udskiftes kantbjælker på den eksisterende bro ved Skivevej. Ud fra grænseværdiafstandene er antallet af de berørte boliger for broarbejdet opgjort.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for strækning 6b fremgår af Tabel 37. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 1 – 3 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 2 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 4 - 5 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 4 - 5 mdr.	Ja
Broarbejde ved Skivevej (km 198+004)	Ca. 2 mdr.	Ja
Depotpladser	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja

Tabel 37. Støjklider ved strækning 6b (km 193+100 – 200+900).

I Tabel 38 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 23 -24, kan støjdbredelsen for broarbejdet ses.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings- udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller, udskiftning af sporkasser	-	-	-	-	-	-	2 / 247	1 / 3
Skivevej	Udskiftning af kantbjælke	-	-	3 / 518	1 / 3	3 / 159	1 / 3	-	-

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 38. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

For de sporrelaterede anlægsarbejder langs strækningen er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) på 25 meter. På strækning 6b ligger i alt 2 boliger tættere end 25 meter på arealer for sporbygning og jordarbejder.

Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt 247 boliger ligger tættere end 500 meter.

Som det fremgår af Tabel 38, vil der ved nedrivning af broen kunne forventes 3 støjbelastede boliger over 70 dB(A) ved Skivevej. Hvis arbejdet udføres uden for normal arbejdstid forventes der 518 støjbelastede boliger over (40 dB(A)) ved Skivevej under nedrivning af broen.

Ved støbning af nye broelementer eller montage af elementer forventes 3 støjbelastede boliger over 70 dB(A) ved Skivevej. Der forventes 159 støjbelastet boliger over 40 dB(A).

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en mindre påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis det gennemføres uden for normal arbejdstid.

Udskiftning af kantbjælke på bro ved Skivevej vil give anledning til en mindre påvirkning, hvis arbejdet gennemføres inden for normal arbejdstid. Hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning.

7.2 Vibrationer i anlægsfasen

Som beskrevet i afsnittet om metoder er beregning og vurdering af vibrationer, der er mærkbare for mennesker eller som indebærer risici for bygningskader, behæftet med en vis usikkerhed. I det følgende er forholdene vurderet på baggrund af de beskrevne metoder samt på baggrund af erfaringer fra lignende anlægsarbejder.

Erfaringsmæssigt vil der kun være tale om vibrationer fra nedramning af spuns og pæle, samt ved justering og stabilisering af spor. Øvrige jordarbejder, inkl., opbygning af bane- eller vejdæmninger mv. vurderes erfaringsmæssigt ikke at vil give vibrationsproblemer og er derfor ikke vurderet yderligere.

Vurdering af omfanget af mærkbare vibrationer over 75 dB(KB) er baseret på en optælling af boliger i en afstand på ca. 125 m fra de steder, hvor der forventes at der skal nedrammes spuns og pæle. Det er erfaringsmæssigt den afstand, hvor grænseværdien på 75 dB(KB) netop overholdes ved rammearbejde.

Vurdering af risiko for bygningskadelige vibrationer er baseret på en opgørelse af antal boliger inden for en afstand på 30-40 m fra ramning, hvor der kan forekomme en svingningshastighed i størrelsesordenen $V_{peak} = 4-5$ mm/s på bygningsfundamentet.

Før et spor, der er gennemført sporfornyelse for, tages i brug, skal sporet justeres og testes. Dette gøres ved at gennemkøre sporet med en såkaldt

DSM-kørsel (Dynamisk Stabiliserings Maskine – for yderligere informationer se fagnotat om trafikale forhold). Ved DSM-kørslen af sporet vil der være risiko for mærkbare vibrationer. Det vurderes på baggrund af erfaringsværdier, at afstanden for mærkbare vibrationer er op til ca. 50 m fra sporet. Dvs. at boliger beliggende tættere på sporet end 50 m kan blive udsat for mærkbare vibrationer ved DSM-kørslen. Påvirkningen vurderes dog at være forholdsvis kortvarig, da fremdriften for DSM-kørslen er 1,5 – 2,0 km/døgn. Der vurderes ikke at være risiko for bygningskadelige vibrationer.

Den forventede varighed for rammeaktiviteterne fremgår af Tabel 39.

Benævnelse	Forventet varighed af rammeaktivitet pr. bro	Forventet aften/natarbejde
Haarvadbro	Ca. 5 arbejdsdage	Ja
Lerbjerg	Ca. 35 arbejdsdage	Ja
Laurbjerg	Ca. 35 arbejdsdage	Ja
Stevnstrup	Ca. 5 arbejdsdage	Ja
Bjerregrav	Ca. 5 arbejdsdage	Ja

Tabel 39. Varighed af aktiviteter med rammeaktiviteter.

Se afsnit 7.1 for beskrivelse af de enkelte broarbejder.

I Bilag 4, kort 34 – 38 ses vibrationsudbredelsen fra rammeaktiviteterne ved de 5 broer.

I Tabel 40 ses den vurderede vibrationsfølsomhed af omgivelserne ved hver af de berørte broer.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Ramning	
		Bygningsskader		Mærkbare vibrationer	
		Antal boliger	Vibrationsfølsomhed	Antal boliger	Vibrationsfølsomhed
		40 m radius	Skala 0-3	125 m radius	Skala 0-3
Haarvadbros	Ny bro	0	0	0	0
Lerbjerg	Ny bro	3	1	9	1
Laurbjerg	Ny bro	10	1	27	3
Stevnstrup	Ny bro	4	1	36	3
Bjerregrav	Ny bro	6	1	12	2

Vibrationsfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen vibrationsbelastede boliger og 3 = flere end 20 vibrationsbelastede boliger.

Tabel 40. Vurdering af antal boliger, hvor der er risiko for hhv. bygningsskadelige vibrationer og mærkbare vibrationer over 75 dB(KB) i forbindelse med ramning samt vurdering af områdets vibrationsfølsomhed.

Som det ses er der 23 boliger som kan risikere bygningsskader som følge af ramning. Under anlægsarbejdet skal disse boliger udstyres med vibrationsovervågning således, at arbejdet kan stoppes, hvis kriterieværdien for bygningsskadelige vibrationer overskrides.

Der vil være 84 boliger som kan blive udsat for mærkbare vibrationer over grænseværdien på 75 dB(KB), som følge af ramning.

Kun etableringen af broen ved Haarvadbros vil ikke have nogen påvirkning af vibrationer til de omkringliggende boliger. For de resterende rammearbejder vil påvirkningen af vibrationer være mindre til væsentlig i forhold til de omkringliggende boliger.

7.3 Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen

7.3.1 Støj

For at begrænse støjen og dens genevirkninger i omgivelserne indarbejdes en række afværgeforanstaltninger i planlægning, udbud, tilrettelæggelse og udførelse af anlægsarbejderne. Disse afværgeforanstaltninger suppleres med borgerinformation.

Anlægsarbejderne planlægges i videst muligt omfang gennemført i dagtimerne i anlægsområder, der ligger tæt på boliger. Af hensyn til opretholdelse af vej- og jernbanetrafik vil det dog i nogen udstrækning være nødvendigt også at gennemføre støjende aktiviteter i mere støjfølsomme perioder, dvs. aften, nat og weekend. Omfanget afhænger af hvilken arbejdsmetode, der besluttes for det samlede projekt.

De mest støjende aktiviteter, som er nedramning af spuns og pæle, forventes at vare ca. 5 – 35 arbejdsdage, alt afhængig af størrelsen på anlægsarbejdet ved den enkelte lokalitet. På særligt kritiske lokaliteter, hvor støj fra

anlægsarbejderne forventes at overskride støjgrænserne i væsentligt omfang, vurderes det, om anlægsarbejderne kan tilrettelægges på anden vis, f.eks. ved brug af færre maskiner samtidig eller ved anvendelse af mindre støjende processer.

På arbejdspladser, hvor der planlægges støjende processer i længere tid, vil muligheden for at afskærme arbejdspladsen i forhold til naboerne blive vurderet inden anlægsarbejderne igangsættes. Afskærmning kan erfaringsmæssigt reducere støjbelastningen med op til ca. 5 dB ved de nærmeste boliger. I større afstande fra arbejderne aftager virkningen af afskærmning.

I stedet for ramning af spuns kan det overvejes at benytte f.eks. vibrering eller forboring, der vurderes at støje 10 dB mindre end almindelig ramning.

I praksis er det imidlertid vanskeligt at holde støjen under støjgrænserne hele vejen gennem et større anlægsarbejde, fordi mulighederne for at benytte mindre støjende arbejdsprocesser er begrænsede, og fordi arbejdet nogle steder må udføres tæt på boligområder. I visse tilfælde kan benyttelse af mindre støjende arbejdsprocesser også betyde længerevarende anlægsperiode.

For at forberede naboerne på anlægsarbejdet vil Banedanmark løbende informere om anlægsarbejdets art, arbejdsperioder, mv. og med særskilt information inden igangsættelse af anlægsarbejder, der kan medføre væsentlige støjgener. Erfaringsmæssigt vil det sætte folk i stand til at tage forholdsregler. I helt særlige tilfælde kan berørte naboer tilbydes midlertidigt ophold uden for egen adresse, mens arbejdet pågår. Det vurderes imidlertid ikke at være aktuelt i dette projekt.

7.3.2 Vibrationer

Til forskel fra støjuddbredelse er det i praksis stort set umuligt at begrænse udbredelsen af vibrationer til omgivelserne. Den eneste reelle mulighed er at begrænse styrken af vibrationerne ved valg af arbejdsprocesser.

Alternativer til nedramning af spuns kan være nedvibrering eller, hvis det er muligt, press-in metoden, hvor spunsjernet presses ned. Ved nedvibrering af spuns reduceres afstanden for bygningskadelige vibrationer til ca. det halve af afstanden ved ramning (ca. 15 meter) og med press-in metoden kan grænseværdiafstanden reduceres til nogle få meter.

Før anlægsarbejdet starter, vil der blive foretaget fotoregistrering af udvalgte bygninger tæt på byggeområderne. I særlige tilfælde kan der etableres en løbende overvågning af udsatte bygninger, mens vibrationskritiske arbejder står på, så man i fornødent omfang kan justere på arbejdet eller stoppe det midlertidigt.

7.4 Konsekvensvurderinger for anlægsfasen

7.4.1 Støj

Sporrelaterede arbejder forventes at kunne overholde 70 dB(A) i en afstand på ca. 25 meter fra anlægsarbejdet. Arbejdet forventer derfor at påvirke 40 boliger, som er jævnt fordelt på hele strækningen. Denne påvirkning er under forudsætning af, at arbejderne kan gennemføres inden for normal arbejdstid.

De højeste støjniveauer vil opleves i forbindelse med ramning, hvor der vil være risiko for overskridelse af grænseværdien på 70 dB(A) i en afstand på op til ca. 200 meter (inkl. tillæg for impulser).

Nedramning i forbindelse med etablering af broer vil primært foregå i det åbne land, dog vil der ofte være behov for at gennemføre rammearbejde i forbindelse med sporspærring om natten eller i weekender. Rammarbejdet vil derfor bidrage med en væsentlig støjpåvirkning til nærmeste naboer. I alt 2042 boliger vil blive påvirket af rammearbejdet, hvis det gennemføres uden for normal arbejdstid.

Støjpåvirkningen ved støjende bro-relaterede anlægsarbejder, herunder ramning, nedrivning, støbning og håndtering af elementer, samt jordarbejder

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Haarvadbros	Ny bro	0 / 330	0 / 3	-	-	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Lerbjerg	Ny bro	21 / 118	3 / 3	-	-	1 / 52	1 / 3	1 / 52	1 / 3
Laurbjerg	Ny bro	52 / 494	3 / 3	-	-	6 / 138	1 / 3	6 / 138	1 / 3
Stevnstrup	Ny bro	93 / 818	3 / 3	-	-	2 / 228	1 / 3	2 / 228	1 / 3
Bjerregrav	Ny bro	19 / 282	2 / 3	- / -	- / -	1 / 37	1 / 3	1 / 37	1 / 3
Kousted	Udskiftning af kantbjælke	- / -	- / -	0 / 34	0 / 3	0 / 10	0 / 2	-	-
Skivevej	Udskiftning af kantbjælke	- / -	- / -	3 / 518	1 / 3	3 / 159	1 / 3	-	-

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger. Tallet foran skrå-stregen gælder for normal arbejdstid (inkl. lørdag formiddag) og tallet efter skråstregen gælder uden for normal arbejdstid.

Tabel 41. Vurdering af antal boliger, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

Som det ses, vil anlægsfasen give anledning til en mindre til væsentlig påvirkning af støj, for arbejder der gennemføres inden for normal arbejdstid. Der vil dog for næsten alle anlægsarbejder, som gennemføres udenfor normal arbejdstid, være en væsentlig påvirkning af støj.

7.4.2 Vibrationer

Erfaringsmæssigt kan der ved ramning være risiko for bygningskadelige vibrationer i afstande op til ca. 30 – 40 meter fra stedet, hvor der rammes. Desuden kan der forekomme vibrationer, der kan give gener for mennesker i afstande op til 125 meter fra stedet, hvor der rammes.

Rammearbejdet for hastighedsopgraderingen kan give anledning til at op til ca. 23 boliger bliver udsat for bygningskadelige vibrationer, mens ca. 84 boliger kan blive udsat for vibrationer, der kan give anledning til gener for mennesker.

Boliger beliggende tættere på sporet end 50 m kan blive udsat for mærkbare vibrationer ved kørsel med DSM (Dynamisk Stabiliserings Maskine). Påvirkningen vurderes dog at være forholdsvis kortvarig, da fremdriften for DSM-kørslen er 1,5 – 2,0 km/døgn. Der vurderes ikke at være risiko for bygningskadelige vibrationer i forbindelse med gennemførelse af projektet.

8 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen for Grundløsningen – varige påvirkninger

Kapitlet beskriver støjpåvirkningen til omgivelserne af *Grundløsningen*, samt afdækker mulige afværgeforanstaltninger. Konsekvenserne af støjpåvirkningen fra *Grundløsningen* sammenlignes med 0-alternativet, som beskriver situationen i 2030, hvis hastighedsopgraderingen ikke udføres på strækningen.

8.1 Støj

8.1.1 Grundløsning

I Tabel 42 og Tabel 43 fremgår optællinger af støjbelastede boliger og øvrige bygninger med støjfølsom anvendelse. Beregningsresultaterne er opdelt hhv. pr. kommune og pr. strækning og viser antal støjbelastede opgjort for hhv. $L_{den} \geq 64$ dB(A) og $L_{Amax} > 85$ dB(A).

Maksimalstøjniveauet er for samtlige boliger på nærværende strækning dimensionsgivende for antallet af støjbelastede boliger. Boliger belastet af $L_{den} \geq 64$ dB(A) er således også belastet af $L_{Amax} > 85$ dB(A). Det samlede antal støjbelastede boliger svarer til opgørelsen for maksimalstøjniveauet.

I Bilag 4, kort nr. 6 og 9 kan eksempler på støjudbredelsen fra jernbane ved hhv. Randers og Sønder Onsild ses.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB (A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	58	7	0	0	65
Favrskov Kommune	118	70	0	0	188
Randers Kommune	55	4	0	0	59
Mariagerfjord Kommune	14	4	0	0	18
Samlet antal	245	85	0	0	330

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB (A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	282	239	0	0	521
Favrskov Kommune	359	245	0	0	605
Randers Kommune	351	111	1	0	463
Mariagerfjord Kommune	59	26	0	0	85
Samlet antal	1.051	621	1	0	1.673

Tabel 42. Antal støjbelastede boligenheder i Grundløsningen, opgjort pr. kommune.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB (A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejigheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	9	0	0	0	9
	km 111+900 -125+500	48	7	0	0	55
Strækning 2	km 125+500 -132+900	26	29	0	0	55
	km 132+900 -135+600	17	0	0	0	17
Strækning 3	km 135+600 -153+000	76	41	0	0	117
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	9	0	0	0	9
	km 161+200 -164+400	0	0	0	0	0
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	13	0	0	0	13
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	7	0	0	0	7
	km 178+100 -189+400	29	4	0	0	33
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	8	0	0	0	8
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	3	4	0	0	7
Sum		245	85	0	0	330

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB (A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejigheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	52	1	0	0	53
	km 111+900 -125+500	229	238	0	0	467
Strækning 2	km 125+500 -132+900	102	95	0	0	197
	km 132+900 -135+600	42	0	0	0	42
Strækning 3	km 135+600 -153+000	216	150	0	0	366
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	59	22	0	0	81
	km 161+200 -164+400	12	0	0	0	12
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	146	63	1	0	210
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	31	7	0	0	38
	km 178+100 -189+400	106	19	0	0	125
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	21	0	0	0	21
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	35	26	0	0	61
Sum		1.051	621	1	0	1.673

Tabel 43. Antal støjbelastede boligenheder i Grundløsningen, opgjort pr. strækning.

Grundløsningen vil give anledning til at 330 boligenheder vil være støjbelastet i hht. kriteriet om en årsmiddelværdi over L_{den} 64 dB(A). Til sammenligning er der 298 støjbelastede boligenheder i 0-alternativet, dvs. en forøgelse på 32 boligenheder. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 33 boligenheder få en stigning i støjbelastningen, L_{den} på over 1 dB i forhold til Grundløsningen.

Det er godstog, som er bestemmende for maksimalniveauet. Godstog må normalt ikke køre hurtigere end 120 km/t. Ved Aarhus H og ved Hobro planlægges den maksimale strækningshastighed at blive forøget, hvor den i 0-alternativet har været under 120 km/t.

På strækningen mellem Aarhus H og Hobro Station er der opgjort i alt 1.673 boligenheder, som vil være støjbelastet i *Grundløsningen* i hht. kriteriet om et maksimalniveau over L_{Amax} 85 dB(A). Til sammenligning er det samlede antal støjbelastede boliger i 0-alternativet 1.651 boligenheder i hht. kriteriet om et maksimalniveau over L_{Amax} 85 dB(A), dvs. en forøgelse på 22 boligenheder. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 40 boligenheder få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} på over 1 dB i forhold til *Grundløsningen*.

Støj fra vejtrafik

Der er gennemført en vurdering af støjbelastningen fra de krydsende veje, der bliver omlagt fra overkørsler til de nye broer. På baggrund af gennemgangen af de omlagte krydsende veje vurderes omlægningerne ikke at have nogen negativ støjmæssig påvirkning af nærmeste naboboliger. På de fleste af de krydsende veje, er trafikmængden lille og hastigheden lav.

8.2 Vibrationer

Resultater af beregninger og optællinger af vibrationsbelastede boliger for *Grundløsningen* ses af Tabel 44 og Tabel 45.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	72	0	0	0	72
Favrskov Kommune	118	14	0	0	132
Randers Kommune	93	4	0	0	97
Mariagerfjord Kommune	16	4	0	0	20
Samlet antal	299	22	0	0	321

Tabel 44. Antal vibrationsbelastede boligenheder i *Grundløsningen*, opgjort pr kommune.

I forhold til 0-alternativet forøges antallet af vibrationsbelastede parcelhuse med 3 (med 2 i Aarhus Kommune og 1 i Mariagerfjord Kommune). Ejendommene er beliggende ved hhv. Aarhus H og ved Hobro St. Begge steder skyldes det, at strækningshastigheden øges for godstog. Der er ingen boliger, der allerede i dag er vibrationsbelastede, som vil få en stigning på 2 dB eller mere, dvs. over væsentlighedskriteriet.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninginstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 1	km 109+300 -111+900	20	0	0	0	20
	km 111+900 -125+500	51	0	0	0	51
Strækning 2	km 125+500 -132+900	33	8	0	0	41
	km 132+900 -135+600	19	0	0	0	19
Strækning 3	km 135+600 -153+000	67	6	0	0	73
	km 153+000 -153+600	0	0	0	0	0
Strækning 4	km 153+600 -161+200	9	0	0	0	9
	km 161+200 -164+400	0	0	0	0	0
Strækning 5a	km 164+400 -170+700	40	0	0	0	40
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	11	0	0	0	11
	km 178+100 -189+400	36	4	0	0	40
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	10	0	0	0	10
Strækning 6b	km 193+100 -200+900	3	4	0	0	7
Sum		299	22	0	0	321

Tabel 45. Antal vibrationsbelastede boligenheder i Grundløsningen, opgjort pr strækning.

I forhold til 0-alternativet forøges antallet af vibrationsbelastede parcelhuse med 3 (med 2 på strækning 1 og med 1 på strækning 6b). Ejendommene er beliggende ved hhv. Aarhus H og ved Hobro St. Begge steder skyldes det, at strækningshastigheden øges for godstog. Der er ingen boliger, der allerede i dag er vibrationsbelastede, som vil få en stigning på 2 dB eller mere, dvs. over væsentlighedskriteriet.

8.3 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen

8.3.1 Støj

I de udførte støjberegninger for hastighedsopgraderingen er der ikke forudsat etablering af nye støjskærme. Der er gennemført en undersøgelse af, om det objektive kriterie for støjskærm på $SBT/km \geq 8$ (et objektive kriterium for etablering af støjskærme) kan opfyldes (se Bilag 1). Af Tabel 46 ses de steder, som er undersøgt med henblik på, om det objektive kriterie for en støjskærm er opfyldt.

By	Kilometrering	Længde af boligområde	Placering i forhold til jernbanen	Antal boliger over 64 dB(KB)	SBT pr. km	Kommentar
Brabrand	Km 113+600 – 114+300	700 m	Nord	26	2,4	-
Hinnerup	Km 131+900 – 132+100	200 m	Øst	12	5,5	-
Hinnerup	Km 132+050 – 133+500	1.450 m	Vest	37	2,7	-
Hadsten	Km 140+650 – 140+900	250	Nord	17	5,6	-
Hadsten	Km 141+300 – 141+400	100	Nord	13	13,0	En enkelt etageejendom med mange lejligheder. Giver højt SBT på en kort strækning. Støjskærm vil være utilstrækkelig, da lejlighederne er beliggende højt i forhold til jernbanen.
Hadsten	Km 141+400 – 142+150	750	Sydvest	37	4,8	-
Hadsten	Km 141+900 – 142+100	200	Nord	9	3,5	-
Lerbjerg	Km 145+700 – 145+900	200	Syd	6	3,0	-
Laurbjerg	Km 150+350 – 150+800	450	Nordøst	16	3,6	-
Fårup	Km 181+550 – 181+750	200	Nordøst	7	3,0	-
Fårup	Km 182+050 – 182+150	100	Sydvest	6	6,0	-

Tabel 46. Lokalteter undersøgt for om det objektive kriterie for placering af støjskærm er opfyldt.

Som det fremgår af tabellen, er der ingen steder, hvor det vil være relevant at etablere støjskærme.

Som alternativ til støjskærme kan støjbelastede boliger tilbydes støjisolering. Der kan tilbydes tilskud til facadeisolering, typisk ved at udskifte almindelige vinduer med lydisolerede vinduer mv. Se afsnit 4.10.7.

8.3.2 Vibrationer

Grundlaget for vurdering af omfanget af afværgeforanstaltninger er baseret på beregninger fortaget med Banedanmarks beregningsmodel. Usikkerheden på beregningerne kan reduceres ved at kalibrere modellen vha. målinger af vibrationers udbredelsesdæmpningen i jorden ved en række udvalgte lokaliteter langs strækningen.

Indsatsgrænsen for mærkbare vibrationer er Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi $L_{aw} = 75$ dB(KB) for boliger.

En metode til at dæmpe vibrationer fra jernbaner til vibrationsfølsomme omgivelser er ved at etablere elastiske mellemlæg mellem skinner og sveller. Ballastmåtter, som lægges under ballastlaget kan også benyttes. Også svellesåler, dvs. et elastisk lag mellem svellen og ballasten kan også benyttes til at dæmpe vibrationer. Disse løsninger i sporet egner sig mest til steder, hvor der er flere vibrationsbelastede boliger end tilfældet er i dette projekt.

I de tilfælde hvor der er tale om enkeltliggende boliger eller boliger, der ikke kan dæmpes til under grænseværdien, indstiller Banedanmark disse boliger til ekspropriation. Den enkelte boligejer kan dog afslå tilbuddet om ekspropriation, men med mulighed for i op til et halv år efter at hastighedsopgraderingen er taget i drift, at fortryde og alligevel tage imod tilbuddet om ekspropriation.

Mulighederne for at reducere vibrationer i boligerne ved foranstaltninger omkring selve bygningen er i praksis meget begrænsede.

Valg af afværgeforanstaltninger afgøres af en cost-benefit analyse. Her kan tilbud om ekspropriation, i særlige tilfælde, anvendes som afværgeforanstaltning.

8.4 Konsekvensvurderinger for driftsfasen

8.4.1 Støj

Konsekvensvurderingen er baseret på en sammenligning af støjbelastningen for eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning*.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus Kommune	7	65	65
Favrskov Kommune	9	170	188
Randers Kommune	9	51	59
Mariagerfjord Kommune	4	12	18
Samlet antal	29	298	330

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus Kommune	520	520	521
Favrskov Kommune	604	604	604
Randers Kommune	449	449	463
Mariagerfjord Kommune	78	78	85
Samlet antal	1.651	1.651	1.673

Tabel 47. Sammenligning af antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ og Grundløsning.

0-alternativet er situationen i 2030, hvor hastighedsopgraderinger af jernbanen på strækningen ikke udføres, men elektrificeringen og udbygningen af Aarhus H forudsættes gennemført. Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme som i *Grundløsningen* dvs. en forøgelse i forhold til eksisterende forhold. Togtrafikken drives dog i 0-alternativet af en kombination af el og diesel, og ikke som i dag udelukkende af diesel.

Grundløsningen er en situation, hvor der er gennemført en hastighedsopgradering af strækningen.

For de fremtidige situationer er det ligeledes forudsat, at 65 % af godsvognene er "retrofittet", dvs. gjort mere støjsvage, primært ved at udskifte godsvognenes bremseklodser fra støbejernsklodser til klodser af kompositmaterialer /13/.

I det følgende gennemgås de støjmæssige konsekvenser af de enkelte scenarier for hver kommune.

Aarhus Kommune

I Aarhus Kommune er der støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A) i *Grundløsningen* uændret i forhold til 0-alternativet. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil ingen boliger få en stigning i støjbelastningen L_{den} på over 1 dB, hvis *Grundløsningen* gennemføres.

Der er 521 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 520 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 1 bolig som følge af hastighedsopgraderingen.

Favrskov Kommune

I Favrskov Kommune er der i *Grundløsningen* 188 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 170 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 18 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 3 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{den} , på over 1 dB for *Grundløsningen*.

For *Grundløsningen* i Favrskov Kommune er der ingen ændring i antallet af boliger støjbelastet af maksimalstøjniveauer $L_{Amax} \geq 85$ dB(A) i forhold til 0-alternativet, her er antallet 604 boliger for begge scenarier. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 3 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} , på over 1 dB for *Grundløsningen*.

Randers Kommune

I Randers Kommune er der i *Grundløsningen* 59 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 51 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 8 boliger som følge af hastighedsopgraderingen.

Der er 463 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A) i *Grundløsningen*. Til sammenligning er der i 0-alternativet 449 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 14 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 36 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} , på over 1 dB for *Grundløsningen*.

Mariagerfjord Kommune

I Mariagerfjord Kommune er der i *Grundløsningen* 18 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 12 støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 6 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 3 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{den} , på over 1 dB for *Grundløsningen*.

Der er 85 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet 78 støjbelastede boliger. Dvs. en forøgelse på 7 boliger som følge af hastighedsopgraderingen. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil 4 boliger få en stigning i støjbelastningen, L_{Amax} , på over 1 dB for *Grundløsningen*.

8.4.2 Vibrationer

Konsekvensvurderingen er baseret på en sammenligning af vibrationsbelastningen for eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning*.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus Kommune	70	70	72
Favrskov Kommune	132	132	132
Randers Kommune	97	97	97
Mariagerfjord Kommune	19	19	20
Samlet antal	318	318	321

Tabel 48. Sammenligning af antal vibrationsbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ og Grundløsning.

Som det ses af Tabel 48 er der ændringer i vibrationsbelastningen for bygninger i Aarhus, Randers og Mariagerfjord kommuner.

Aarhus Kommune

I Aarhus Kommune forøges antallet af vibrationsbelastede boliger med 2 (fra 70 til 72 vibrationsbelastede) i forhold til 0-alternativet. De to ejendomme er beliggende tæt ved Aarhus H. Forøgelsen sker som følge af at strækningshastigheden for godstog øges.

Favrskov Kommune

I Favrskov Kommune er antallet af vibrationsbelastede boliger uændret sammenlignet med eksisterende forhold og 0-alternativer.

Randers Kommune

I Randers Kommune er antallet af vibrationsbelastede boliger uændret i sammenlignet med eksisterende forhold og 0-alternativet.

Mariagerfjord Kommune

I forhold til 0-alternativet forøges antallet af vibrationsbelastede boliger for *Grundløsningen* i Mariagerfjord Kommune med 1 (fra 19 til 20 vibrationsbelastede). Ejendommen er beliggende ved Hobro St. Forøgelsen sker som følge af at strækningshastigheden for godstog øges.

I alle kommuner er der ingen allerede vibrationsbelastede boliger, som vil få en stigning på 2 dB eller mere (dvs. over væsentlighedskriteriet) i *Grundløsningen*.

9 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægs- og driftsfasen for Tilvalg

Dette kapitel beskriver støj- og vibrationspåvirkningen for anlægs- og driftsfasen for *Tilvalget*, km 170+700 – 193+100 (Randers og Mariagerfjord Kommune). Mulige afværgeforanstaltninger beskrives, og de støj- og vibrationsmæssige konsekvenser vurderes.

9.1 Påvirkninger i anlægsfasen

9.1.1 Støj

De væsentligste anlægsaktiviteter i forbindelse med hastighedsopgraderingens *Tilvalg* vil være:

- Etablering af kontrabanketter
- Udvidelse af dæmninger
- Fornyelse af materialer under skinner, herunder justering og stabilisering
- Etablering af nye vejbroer (2 stk.)
- Nedbrydning af eksisterende broer (2 stk.).

Grundlag og metode for vurdering af *Tilvalgets* støjemissioner for anlægsfasen er beskrevet i afsnit 7.1.

De sporrelaterede anlægsarbejder langs *Tilvalget* omfatter 4 kurveudretninger, nye skinner og sveller, hvor der kurveudrettes, delvis udskiftning af skinner og sveller, hvor der ikke kurveudrettes, 6 dæmningsudvidelser pga. mangelfuld sporkasse, udskiftning af sporkassen på dele af strækningen samt etablering af 5 kontrabanketter.

I *Tilvalget* nedrives en eksisterende bro ved Ørrildvej og erstattes af en ny. Den eksisterende bro ved Viborg Landevej nedrives og der etableres en ny. Ud fra grænseværdiafstandene er antallet af de berørte boliger under broarbejderne opgjort.

Den forventede varighed for anlægsaktiviteterne for *Tilvalget* fremgår af Tabel 49. I realiteten vil hver enkelt bolig kun i perioder blive påvirket med støj over grænseværdien.

Anlægsaktivitet	Forventet varighed af anlægsaktivitet pr. delstrækning	Forventet aften/natarbejde
Dæmningsudvidelse	Ca. 1 - 8 mdr.	Ja
Kontrabanket	Ca. 1 - 2 mdr.	Ja
Udskiftning af sporkasser	Ca. 9 mdr.	Ja
Udskiftning af skinner og sveller	Ca. 9 mdr.	Ja
Broarbejde ved Ørrildvej (km 178+145)	Ca. 15 mdr.	Ja
Broarbejde ved Viborg Landevej (km 189+645)	Ca. 12 mdr.	Ja
Depotpladser	Ca. 7 - 8 mdr.	Ja

Tabel 49. Støjkloder ved Tilvalget (km 170+700 – 193+100).

I Tabel 50 ses støjfølsomheden af omgivelserne ved aktiviteter langs strækningen ved boliger belastet over hhv. 70 dB(A) (ved arbejde indenfor normal arbejdstid) og 40 dB(A) (ved arbejde udenfor normal arbejdstid). I Bilag 4, kort nr. 25 - 30 kan støjdbredelsen for de to broarbejder ses.

For de sporrelaterede anlægsarbejder langs strækningen er den beregnede grænseværdiafstand for 70 dB(A) på 25 meter. I alt 19 boliger ligger tættere end 25 meter på arealer for sporbygning og jordarbejder for *Tilvalget*. Den beregnede grænseværdiafstand for sporrelaterede anlægsarbejder uden for normal arbejdstid (40 dB(A)) er 500 meter. I alt 317 boliger ligger tættere end 500 meter.

Som det fremgår af Tabel 50, vil der ved ramning ved Ørrildvej kunne forventes 17 støjbelastede boliger over 70 dB(A) og 82 støjbelastede boliger over 40 dB(A).

Ved nedrivning af den eksisterende bro ved Ørrildvej, vil der kunne forventes 6 støjbelastede boliger over 70 dB(A) og 49 støjbelastede boliger over 40 dB(A).

Ved støbning af nye broelementer, montage af nye elementer, sporbygning eller jordarbejde forventes 5 støjbelastede boliger over 70 dB(A) ved Ørrildvej. Der forventes 44 støjbelastede boliger over 40 dB(A).

Ved nedrivning af den eksisterende bro ved Viborg Landevej forventes der 3 støjbelastede boliger over 70 dB(A). Hvis arbejdet udføres uden for normal arbejdstid, forventes der 265 støjbelastede boliger (over 40 dB(A)).

Ved ramning i forbindelse med etablering af en ny bro ved Viborg Landevej, forventes der 61 støjbelastede boliger over 70 dB(A). Hvis arbejdet udføres

uden for normal arbejdstid, forventes der 413 støjbelastede boliger (over 40 dB(A)).

Ved støbning og montage af ny bro samt tilhørende jordarbejder ved Viborg Landevej forventes 2 støjbelastede boliger over 70 dB(A) og 149 støjbelastede boliger over 40 dB(A).

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Sporrelaterede anlægsarbejder	Dæmnings- udvidelse, kontrabanket, udskiftning af skinner og sveller, udskiftning af sporkasser	-	-	-	-	-	-	19 / 317	2 / 3
Ørrildvej	Ny bro	17 / 82	2 / 3	6 / 49	1 / 3	5 / 44	1 / 3	5 / 44	1 / 3
Viborg Landevej	Ny bro	61/413	3 / 3	3 / 265	1 / 3	2 / 149	1 / 3	2 / 149	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger.

Tabel 50. Vurdering af antal boliger for Tilvalget, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

Som det ses vil sporrelaterede anlægsarbejder give anledning til en moderat påvirkning, hvis de gennemføres inden for normal arbejdstid. De vil give anledning til en væsentlig påvirkning, hvis det gennemføres uden for normal arbejdstid.

Etablering af en ny bro ved Ørrildvej vil give anledning til en mindre til moderat påvirkning, hvis arbejdet gennemføres inden for normal arbejdstid. Hvis arbejdet gennemføres uden for normal arbejdstid, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning.

Nedrivning af den eksisterende bro ved Viborg Landevej og etablering af en ny bro, vil det give anledning til en væsentlig påvirkning, både hvis arbejdet gennemføres inden for og uden for normal arbejdstid.

9.1.2 Vibrationer

Grundlag og metode for vurdering af *Tilvalgets* vibrationsemissioner for anlægsfasen er beskrevet i afsnit 7.2.

Den forventede varighed for rammeaktiviteter fremgår af Tabel 51.

Benævnelse	Forventet varighed af rammeaktivitet pr. bro	Forventet aften/natarbejde
Ørrildvej	Ca. 15 arbejdsdage	Ja
Viborg Landevej	Ca. 10 arbejdsdage	Ja

Tabel 51. Varighed af aktiviteter med rammeaktiviteter for Tilvalget.

Se afsnit 7.1 for beskrivelse af de enkelte broarbejder.

I Bilag 4, kort 39 – 40 ses vibrationsudbredelsen fra rammeaktiviteterne ved de 2 broer.

I Tabel 52 ses den vurderede vibrationsfølsomhed af omgivelserne ved hver af de berørte broer.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning Bygningsskader		Ramning Mærkbare vibrationer	
		Antal boliger	Vibrationsfølsomhed	Antal boliger	Vibrationsfølsomhed
		40 m radius	Skala 0-3	125 m radius	Skala 0-3
Ørrildvej	Ny bro	6	1	12	1
Viborg Landevej	Ny bro	1	1	26	3

Vibrationsfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen vibrationsbelastede boliger og 3 = flere end 20 vibrationsbelastede boliger.

Tabel 52. Vurdering af antal boliger for tilvalget, hvor der er risiko for hhv. bygningsskadelige vibrationer og mærkbare vibrationer over 75 dB(KB) i forbindelse med ramning samt vurdering af områdets vibrationsfølsomhed.

Som det ses er der 7 boliger som kan risikere bygningsskader som følge af ramning. Under anlægsarbejdet skal disse boliger udstyres med vibrationsovervågning således, at arbejdet kan stoppes, hvis kriterieværdien for bygningsskadelige vibrationer overskrides.

Der vil være 38 boliger, som kan blive udsat for mærkbare vibrationer over grænseværdien på 75 dB(KB), som følge af ramning.

For rammearbejder vil påvirkningen af vibrationer være mindre til væsentlig i forhold til de omkringliggende boliger.

9.2 Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen

Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen fremgår af afsnit 6.3.

9.3 Konsekvensvurderinger for anlægsfasen

9.3.1 Støj

Sporrelaterede arbejder forventes at kunne overholde 70 dB(A) i en afstand på ca. 25 meter fra anlægsarbejdet. Arbejdet forventer derfor at påvirke 19 boliger, som er jævnt fordelt på hele strækningen. Denne påvirkning er under forudsætning af, at arbejderne kan gennemføres inden for normal arbejdstid.

De højeste støjniveauer vil opleves i forbindelse med ramning, hvor der vil være risiko for overskridelse af grænseværdien på 70 dB(A) i en afstand på op til ca. 200 meter (inkl. tillæg for impulser).

Nedramning i forbindelse med etablering af broer vil primært foregå i det åbne land, dog vil der ofte være behov for at gennemføre rammearbejde i forbindelse med sporspærring om natten eller i weekender. Rammearbejdet vil derfor bidrage med en væsentlig støjpåvirkning ved nærmeste naboer. I alt 495 boliger vil blive påvirket af rammearbejdet, hvis det gennemføres uden for normal arbejdstid

Støjpåvirkningen ved støjende bro-relaterede anlægsarbejder, herunder ramning, nedrivning, støbning og håndtering af elementer, samt jordarbejder kan ses af Tabel 53.

Benævnelse	Aktivitet	Ramning		Nedrivning bro		Støbning bro / Element bro		Sporbygning / jordarbejde	
		Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed	Antal boliger 70 dB(A) / 40 dB(A)	Støj- følsom- hed
		200m/ 1850m radius	Skala 0-3	40m/ 850m radius	Skala 0-3	25m/ 500m radius	Skala 0-3	25m/ 500m afstand	Skala 0-3
Ørrildvej	Ny bro	17 / 82	2 / 3	6 / 49	1 / 3	5 / 44	1 / 3	5 / 44	1 / 3
Viborg Landevej	Ny bro	61 / 413	3 / 3	3 / 265	1 / 3	2 / 149	1 / 3	2 / 149	1 / 3

Støjfølsomhed angives på en skala 0-3, hvor 0 = ingen støjbelastede boliger og 3 = flere end 20 støjbelastede boliger. Tallet foran skråstregen gælder for normal arbejdstid (inkl. lørdag formiddag) og tallet efter skråstregen gælder uden for normal arbejdstid.

Tabel 53. Vurdering af antal boliger for tilvalget, der er støjbelastet over hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A) (70 dB(A)/40 dB(A)) ved forskellige arbejdsprocesser, samt vurdering af støjfølsomhed.

Som det ses, vil anlægsfasen for *Tilvalget* give anledning til en mindre til væsentlig påvirkning af støj for arbejder, der gennemføres inden for normal arbejdstid. Der vil dog for næsten alle anlægsarbejder, som gennemføres udenfor normal arbejdstid, være en væsentlig påvirkning af støj.

9.3.2 Vibrationer

Erfaringsmæssigt kan der ved ramning være risiko for bygningskadelige vibrationer i afstande op til ca. 30 – 40 meter fra stedet, hvor der rammes.

Desuden kan der forekomme vibrationer, der kan give gener for mennesker i afstande op til 125 meter fra stedet, hvor der rammes.

Rammearbejdet for hastighedsopgraderingen kan give anledning til, at op til ca. 7 boliger bliver udsat for bygningskadelige vibrationer, mens ca. 38 boliger kan blive udsat for vibrationer, der kan give anledning til gener for mennesker.

Boliger beliggende tættere på sporet end 50 m kan blive udsat for mærkbare vibrationer ved kørsel med DSM (Dynamisk Stabiliserings Maskine). Påvirkningen vurderes dog at være forholdsvis kortvarig, da fremdriften for DSM-kørslen er 1,5 – 2,0 km/døgn. Der vurderes ikke at være risiko for bygningskadelige vibrationer i forbindelse med gennemførelse af projektet.

9.4 Påvirkninger i driftsfasen

9.4.1 Støj

I *Tilvalget* vil hastigheden stige fra 160-180 km/t (hastigheden i *Grundløsningen*) til 200 km/t på en delstrækning på lidt over 20 km (km 170+700 – 193+100). Kun på denne strækning vil støjbelastningen stige i forhold til *Grundløsningen*.

Antallet af støjbelastede boliger i driftsfasen for *Tilvalget* fremgår af Tabel 55. Beregningsresultaterne er opdelt pr. strækning og viser antal støjbelastede boliger opgjort for hhv. $L_{den} \geq 64$ dB(A) og $L_{Amax} > 85$ dB(A).

Maksimalstøjniveauet er dimensionsgivende for antallet af støjbelastede boliger. Boliger belastet af $L_{den} \geq 64$ dB(A) er således også belastet af $L_{Amax} > 85$ dB(A). Det samlede antal støjbelastede boliger svarer til opgørelsen for maksimalstøjniveauet.

I Bilag 4, kort nr. 10 kan eksempel på støjudbredelsen fra jernbane ved Sønder Onsild ses.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Randers Kommune	32	6	0	0	38
Mariagerfjord Kommune	8	0	0	0	8
Sum	40	6	0	0	46

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Randers Kommune	132	26	0	0	158
Mariagerfjord Kommune	18	0	0	0	18
Sum	150	26	0	0	176

Tabel 54. Antal støjbelastede boligenheder i Tilvalget, opgjort pr.kommune.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	7	2	0	0	9
	km 178+100 -189+400	27	4	0	0	31
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	6	0	0	0	6
Sum		40	6	0	0	46

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	29	7	0	0	36
	km 178+100 -189+400	104	19	0	0	123
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	17	0	0	0	17
Sum		150	26	0	0	176

Tabel 55. Antal støjbelastede boligenheder i Tilvalget, opgjort pr. strækning.

Der sker kun en ændringer i forhold *Grundløsningen* på strækningerne 5b – 6a.

I forhold til *Grundløsningen* er der samlet set en ændring i støjbelastningen, L_{den} , på 2 færre boliger, hvilket skyldes at der eksproprieres boliger samt at kurveudretningerne øger afstanden til enkelte boliger. Af de allerede støjbelastede boliger i 0-alternativet vil i alt 47 boligenheder få en stigning i støjbelastningen, L_{den} , på over 1 dB for *Tilvalget*.

For maksimalniveauet, L_{Amax} , er der samlet set en ændring på 8 færre støjbelastede boliger i forhold til *Grundløsningen*.

Ved kurveudretningen ved Handest (km 183+600 – 185+000) skal 2 fritliggende enfamilieshuse eksproprieres som følge af kurveudretningen.

Ved kurveudretningen ved Kousted (ca. km 178+000) skal et fritliggende enfamilieshus eksproprieres som følge af kurveudretningen.

9.4.2 Vibrationer

Resultater af beregninger og optællinger af vibrationsbelastede boliger for *Tilvalget* ses af Tabel 57.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejigheder	Døgninginstitutioner	Sommerhuse	Sum
Randers Kommune	42	4	0	0	46
Mariagerfjord Kommune	9	0	0	0	9
Sum	51	4	0	0	55

Tabel 56. Antal vibrationsbelastede boligenheder i *Tilvalget*, opgjort pr. kommune.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)						
		Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejigheder	Døgninginstitutioner	Sommerhuse	Sum
Strækning 5b	km 170+700 -178+100	10	0	0	0	10
	km 178+100 -189+400	33	4	0	0	37
Strækning 6a	km 189+400 -193+100	8	0	0	0	8
Sum		51	4	0	0	55

Tabel 57. Antal vibrationsbelastede boligenheder i *Tilvalget*, opgjort pr strækning.

I forhold til *Grundløsningen* reduceres antallet af vibrationsbelastede parcelhuse med 6 (med 1 på strækning 5b, 3 på strækningen mellem 5b og 6a, samt 2 på strækning 6a). Reduktionen skyldes, at 3 ejendomme eksproprieres, og at 3 ejendomme får større afstand til sporet, som flyttes. Der sker ingen forøgelse af vibrationsbelastningen som følge af hastighedsforøgelsen. Godstogene kører allerede i dag 120 km/t, som er den maksimale hastighed, de må køre med.

9.5 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen

Afværgeforanstaltninger i driftsfasen fremgår af afsnit 8.3.

9.6 Konsekvensvurdering for driftsfasen

9.6.1 Støj

Konsekvensvurderingen er baseret på en sammenligning af støjbelastningen for eksisterende forhold, 0-alternativ, *Grundløsning* og *Tilvalget*.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)				
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning	Tilvalget
Randers Kommune	9	36	37	38
Mariagerfjord Kommune	4	11	11	8
Samlet antal	13	47	48	46

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)				
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning	Tilvalget
Randers Kommune	160	160	160	158
Mariagerfjord Kommune	24	24	24	18
Samlet antal	184	184	184	176

Table 58. Sammenligning af antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ, *Grundløsning* og *Tilvalget*.

0-alternativet er situationen i 2030, hvor hastighedsopgraderinger af jernbanen på strækningen ikke udføres, men elektrificeringen og udbygningen af Aarhus H forudsættes gennemført. Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme som i *Grundløsningen* dvs. en forøgelse i forhold til eksisterende forhold. Togtrafikken drives dog i 0-alternativet af en kombination af el og diesel, og ikke som i dag udelukkende af diesel.

Grundløsningen er en situation, hvor der er gennemført en hastighedsopgradering af strækningen.

Tilvalget er en situation hvor der i tillæg til grundløsningen udføres kurveudretninger, som muliggør en højere strækningshastighed i de pågældende kurver.

For de fremtidige situationer er det ligeledes forudsat, at 65 % af godsvognene er "retrofittet", dvs. gjort mere støjsvage, primært ved at udskifte godsvognenes bremseklodser fra støbejernsklodser til klodser af kompositmaterialer /13/.

Randers Kommune

I Randers Kommune giver *Tilvalget* anledning til en reduktion i antallet af vibrationsbelastede boliger med to boliger (fra 48 til 46). Den ene ejendom

bliver eksproprieret, og den anden ejendom får større afstand til sporet som følge af, at sporet flyttes i forbindelse med en kurvedretning.

Mariagerfjord Kommune

Antallet af vibrationsbelastede boliger reduceres med fire (fra 13 til 9), hvis *Tilvalget* gennemføres. To ejendomme bliver eksproprieret, og to andre ejendomme får større afstand til sporet som følge af, at sporet flyttes i forbindelse med en kurvedretning.

9.6.2 Vibrationer

Konsekvensvurderingen er baseret på en sammenligning af vibrationsbelastningen for eksisterende forhold, 0-alternativ, *Grundløsning* og *Tilvalg*.

I *Tilvalget* vil hastigheden stige fra 160-180 km/t (hastigheden i *Grundløsningen*) til 200 km/t på en delstrækning på lidt over 20 km. Følgende opgørelser omfatter kun denne strækning.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{\text{av}} \geq 75$ dB(KB)				
	Eksisterende forhold	0-alternativet	Grundløsningen	Tilvalget
Randers Kommune	48	48	48	46
Mariagerfjord Kommune	13	13	13	9
Samlet antal	61	61	61	55

Tabel 59. Sammenligning af antal vibrationsbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ, *Grundløsning* og *Tilvalg*.

Randers Kommune

I Randers Kommune giver *Tilvalget* anledning til en reduktion i antallet af vibrationsbelastede boliger med to boliger (fra 48 til 46). Den ene ejendom bliver eksproprieret, og den anden ejendom får større afstand til sporet som følge af, at sporet flyttes i forbindelse med en kurvedretning.

Mariagerfjord Kommune

Antallet af vibrationsbelastede boliger reduceres med fire (fra 13 til 9), hvis *Tilvalget* gennemføres. To ejendomme bliver eksproprieret, og to andre ejendomme får større afstand til sporet som følge af, at sporet flyttes i forbindelse med en kurvedretning.

10 Kumulative effekter

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

Sporfornyelsesprojektet mellem Langå og Hobro kan medføre kumulative effekter med hastighedsopgraderingen af strækningen Aarhus - Hobro, hvis anlægsarbejderne tidsmæssigt falder samtidigt. På nuværende tidspunkt kendes udførelsestidsplanerne for sporfornyelsesprojekterne og hastighedsopgraderingen ikke, hvorfor det ikke er muligt at vurdere eventuelle kumulative effekter.

Naboprojekter som hastighedsopgraderingen Hobro-Aalborg, ombygning af Aarhus H og projekter syd for Aarhus kan have en kumulativ effekt for både anlægs- og driftsfasen.

Letbanen i Aarhus kan have en kumulativ effekt tæt på Aarhus H.

11 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen for Aarhus H

Dette kapitel beskriver støj- og vibrationspåvirkning for driftsfasen af Aarhus H, km 107+650 – 109+300. Mulige afværgeforanstaltninger beskrives og de støj- og vibrationsmæssige konsekvenser vurderes.

Til grundlag for vurderingen af *Grundløsningen* er støj- og vibrationspåvirkningen for de eksisterende forhold samt 0-alternativet bestemt.

11.1 Påvirkninger i driftsfasen

11.1.1 Støj

I Tabel 60 fremgår optællinger af støjbelastede boliger og øvrige bygninger med støjfølsom anvendelse. Beregningsresultaterne viser antal støjbelastede opgjort for hhv. $L_{den} \geq 64$ dB(A) og $L_{Amax} > 85$ dB(A).

Maksimalstøjniveauet er for samtlige boliger på nærværende strækning dimensionsgivende for antallet af støjbelastede boliger. Boliger belastet af $L_{den} \geq 64$ dB(A) er således også belastet af $L_{Amax} > 85$ dB(A). Det samlede antal støjbelastede boliger svarer til opgørelsen for maksimalstøjniveauet.

I Bilag 4, kort nr. 1 - 3 kan støjdbredelsen fra jernbane ved Aarhus H ses.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB (A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus H	0	2	0	0	2

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB (A)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus Kommune	0	7	0	0	7

Tabel 60. Antal støjbelastede boligenheder i Grundløsningen ved Aarhus H.

Grundløsningen vil give anledning til, at 2 boligenheder vil være støjbelastet i hht. kriteriet om en årsmiddelværdi over L_{den} 64 dB(A) for Aarhus H.

Det er godstog, som er bestemmende for maksimalniveauet. Ved Aarhus H planlægges den maksimale strækningshastighed at blive forøget i Grundløsningen.

For Aarhus H vil 7 boligenheder være støjbelastet i Grundløsningen i hht. kriteriet om et maksimalniveau over L_{Amax} 85 dB(A).

11.1.2 Vibrationer

Resultater af beregninger og optællinger af vibrationsbelastede boliger for grundløsningen ses af Tabel 61.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)					
	Parcel- og rækkehuse, stuehuse mv.	Etageboliger og kollegielejligheder	Døgninstitutioner	Sommerhuse	Sum
Aarhus H	3	0	0	0	3

Tabel 61. Antal vibrationsbelastede boligenheder i Grundløsningen ved Aarhus H.

I Grundløsningen vil 3 rækkehuse være vibrationsbelastede.

11.2 Afværgeforanstaltninger i driftsfasen

Afværgeforanstaltninger i driftsfasen fremgår af afsnit 8.3.

11.3 Konsekvensvurderinger for driftsfasen

11.3.1 Støj

Konsekvensvurderingen er baseret på en sammenligning af støjbelastningen for eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsning*.

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{den} \geq 64$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus H	0	0	2

Bygninger til støjfølsom anvendelse, $L_{Amax} > 85$ dB(A)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus H	0	0	7

Tabel 62. Sammenligning af antal støjbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ og Grundløsning.

0-alternativet er situationen i 2030, hvor hastighedsopgraderinger af jernbanen på strækningen ikke udføres, men elektrificeringen og udbygningen af Aarhus H forudsættes gennemført. Trafikmængden på strækningen i 0-alternativet er den samme som i *Grundløsningen* dvs. en forøgelse i forhold til eksisterende forhold. Togtrafikken drives dog i 0-alternativet af en kombination af el og diesel, og ikke som i dag udelukkende af diesel.

Grundløsningen er en situation, hvor der er gennemført en hastighedsopgradering af strækningen.

For de fremtidige situationer er det ligeledes forudsat, at 65 % af godsvognene er "retrofittet", dvs. gjort mere støjsvage, primært ved at udskifte godsvognenes bremseklodser fra støbejernsklodser til klodser af kompositmaterialer /13/.

For Aarhus H er der i *Grundløsningen* 2 boliger med en støjbelastning $L_{den} \geq 64$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet ingen støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 2 boliger som følge af hastighedsopgraderingen.

Der er 7 boliger, som er støjbelastet af et maksimalstøjniveau $L_{Amax} \geq 85$ dB(A). Til sammenligning er der i 0-alternativet ingen støjbelastede boliger, dvs. en forøgelse på 7 boliger som følge af hastighedsopgraderingen.

11.3.2 Vibrationer

Konsekvensvurderingen er baseret på en sammenligning af vibrationsbelastningen for eksisterende forhold, 0-alternativet og *Grundløsning*.

Bygninger til vibrationsfølsom anvendelse, $L_{aw} \geq 75$ dB(KB)			
	Eksisterende forhold	0-alternativ	Grundløsning
Aarhus Kommune	3	3	3

Tabel 63. Sammenligning af antal vibrationsbelastede boligenheder under eksisterende forhold, 0-alternativ og *Grundløsningen*.

Som det ses af Tabel 63 er vibrationsbelastningen for bygninger ved Aarhus H uændret med 3 vibrationsbelastede boliger for både 0-alternativet og *Grundløsningen*.

12 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne

Det vurderes, at de data og informationer, der er tilgængelige, og undersøgelser vedr. støj og vibrationer, der er foretaget, er tilstrækkelige til de vurderinger, der er anført i dette fagnotat. Foretages der ændringer af projektet, f.eks. i detailprojekteringen, kan det dog påvirke vurderingerne vedr. støj og vibrationer.

For en række data og forhold, er der gjort erfaringsmæssige antagelser, bl.a.:

Støj i anlægsfasen

Anlægsarbejderne er ikke præcist defineret. Der er derfor gjort en række antagelser omkring omfang og materiel ud fra erfaringer fra lignende anlægsarbejder.

Vibrationer i anlægsfasen

Beregningen af vibrationer er baseret på en overordnet viden om undergrundens geologi. Der kan være lokale variationer i geologien og hermed variation i udbredelsen af vibrationer. Tilsvarende kendes de eksakte bygningskonstruktioner ikke, hvilket også kan påvirke det faktiske vibrationsniveau.

Vibrationer i driftsfasen

Der findes ikke tilstrækkelige data i vibrationsmodellen på togtypen Lint, og der er derfor taget udgangspunkt i vibrationsdata for IC3 togsæt.

Støj og vibrationer i driftsfasen

Støj og vibrationer fra det fremtidige tog ICX kendes ikke. Derfor er der taget udgangspunkt i data for andre togtyper, som vurderes at være repræsentative. Det introducerer dog en usikkerhed på beregningerne, at data for ICX ikke er til stede.

Forudsætninger for en VVM er generelt behæftet med en hvis usikkerhed og mangler, da ikke alle forudsætninger er endelig fastlagt på dette stade af projektet. Det vurderes dog, at de gennemførte vurderinger er fyldestgørende for en vurdering af påvirkninger med støj og vibrationer fra projektet.

13 Referencer

- /1/ Miljøbeskyttelsesloven, Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 1317 af 19. november 2015.
- /2/ Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter, BEK nr. 639 af 13. juni 2012.
- /3/ Tillæg til togstøjvejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1/1997, Støj og vibrationer fra jernbaner, juli 2007.
- /4/ Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997, Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø.
- /5/ DIN 4150-3: 1999-02: Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen.
- /6/ Hastighedsopgradering Aarhus-Hobro. Anlægsbeskrivelse. Banedanmark 2016
- /7/ Orientering nr. 10 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for støjmålinger: "Vibrationer fra jernbaner". 1987.
- /8/ Generel arbejdsbeskrivelse for miljøforhold i forbindelse med anlægsarbejder (GAB-miljø), Banedanmark 15.11.2007.
- /9/ Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Rail Traffic Noise SP Rapport 2001:11 samt Kildestyrkedata for togstøj til Nord2000, Miljøstyrelsen Miljøprojekt Nr. 1014 2005.
- /10/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1993 Beregning af ekstern støj fra virksomheder.
- /11/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1985 Beregning af støj fra jernbaner.
- /12/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1984 Ekstern støj fra virksomheder.
- /13/ Forudsætninger for støjundersøgelser i Timemodellen, Teknisk Notat, Udført for Vejdirektoratet, DELTA 20. august 2015.
- /14/ Retningslinje fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger, RL1/14 om "Bestemmelse af jernbanevibrationer".
- /15/ Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 50/2015: "Togstøj ved stationer"
- /16/ Køge Nord – Næstved, Støj og vibrationer, Fagnotat, Marts 2014.
- /17/ TIB(Ø) Trafikal Information om Banestrækninger 30.09.2013
- /18/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1985 Beregning af støj fra jernbaner.
- /19/ "Policy for håndtering af elektromagnetisme, vibrationer og støj i Banedanmarks opgraderingsprojekter på eksisterende baner – Udkast", Banedanmark 11.06.2015.
- /20/ Banedanmarks miljøpolitik 2015-2020, <http://www.bane.dk/db/filarkiv/19404/Milj%25F8politik%202015-2020.pdf>

14 Akustiske begreber

I dette fagnotat anvendes en række akustiske begreber, som uddybes i det følgende:

Akustisk begreb	Beskrivelse
L_{den}	Beskriver støjniveauet for et årsmiddeldøgn, altså et gennemsnitlig døgn set over et helt år. I aften- og natperioden tildeles et tillæg på hhv. +5 dB og +10 dB for at imødekomme en større genevirkning i disse døgnperioder.
L_{Amax}	Beskriver støjens maksimalværdi ved enkelhændelser; typisk ved forbikørsler i forbindelse med støj fra jernbaner.
L_{aw}	Parameter der benyttes for mærkbare vibrationer. Angiver det KB-vægtede accelerationsniveau for vibrationerne. Enheden er dB relativ til $1\mu\text{m/s}^2$. KB-vægtningen er en korrektion for kroppens følsomhed over for vibrationer ved forskellige frekvenser. Føletærsklen er for de fleste mennesker ca. 71-72 dB(KB).
v_{peak}	Parameter, der anvendes i forbindelse med bygningssskadelige vibrationer. Angiver spidsværdien af svingningshastigheden. Enheden er mm/s
L_r	Parameter, der anvendes for støjbelastningen fra eksempelvis anlægsarbejder. Angiver det ækvivalente korrigerede A-vægtede støjniveau. Niveauet er dels en energimiddelværdi af støjen over den tid støjen foregår, dels vægtet i forhold til et defineret referencetidsrum. A-vægtningen er en frekvensmæssig korrektion, som kompenserer for, at det menneskelige øre er mindre følsomt for dybe toner end for høje toner. Såfremt støjen indeholder tydeligt hørbare impulser eller toner, er støjen mere generende, og der skal gives et +5 dB tillæg til støjniveauet. Enheden for L_r er dB. For yderligere detaljer henvises til /12/.
L_{WA}	Parameter, der beskriver den lydenergi en given maskine udsender. Lydeffekter for forskellige maskiner kan direkte sammenlignes, idet afstanden ikke indgår. Enheden er dB relativ til 1pW. Det som måles med et lydmåler er lydtrykket i den pågældende afstand, hvilket ikke kan sammenlignes med lydeffektniveauet

Tabel 64. Forklaring på anvendte akustiske begreber.

Bilag 1 Tekniske beregningsforudsætninger

Generelt er benyttet forudsætninger beskrevet i det tekniske notat *Forudsætninger for støjundersøgelser i Timemodellen /13/*.

Beregningsmodel for støj

Der er regnet med fire vejrklasser og tre refleksionsordener.

Beregningsmodellen er opbygget omkring en tredimensionel model af terrænet i en korridor langs jernbanestrækningen op til ca. 1.000 m på hver side af jernbanen. For at sikre et fuldstændigt billede af støjen inden for konsekvensområdet, er terrænmodellen og samtlige jernbanespor ligeledes forlænget med mindst 1.000 m før/efter projektets strækning.

Undersøgelsesområdet er i relation til støj og vibrationer afgrænset til strækningen fra midt på Aarhus Hovedbanegård (km 108,5) til midt på Hobro Station (km 199,0).

Terrænmodellen er baseret på informationer om højden fra den danske højdemodel (DHM). I modellen er hårde overflader som parkeringspladser, baneplassområde, industriområder, bymidte mm. forudsat at være akustisk reflekterende, dvs. at de reflekterer støjen. Alle øvrige områder er forudsat at være akustisk bløde, dvs. at de absorberer støjen.

Bygninger, banestrækninger, støjskærme og andre relevante objekter af betydning for støjens udbredelse og afskærmning er efterfølgende indarbejdet i beregningsmodellen. Udformningen af bygningerne stammer fra GeoDanmark³, og oplysningerne er anvendt sammen med adresse- og bygningsdata fra Bygnings- og Boligregistret (BBR). Den eksisterende placering af bane og støjskærme er indhentet fra Banedanmarks sporplaner. Placeringen af den fremtidige banes linjeføringer stammer fra projektering af banen.

Komplet liste over de anvendte kort- og datagrundlag fremgår af Bilag 3.

Sporskifter

Støj ved kørsel gennem sporskifter er en del af beregningerne. Nord2000-beregningsmetoden indeholder imidlertid ikke en beskrivelse af, hvordan ekstra støj ved kørsel gennem sporskifter skal beregnes. Der er derfor benyttet samme korrektion, som beskrevet i den forrige vejledning til beregning af støj fra jernbaner /18/. Tog der passerer et sporskifte vil give anledning til mere støj, end hvis det var en strækning uden sporskifte. Dette skyldes, at den ene skinne i et sporskifte har et lille stykke med "hul". Når et

³ GeoDanmark er et samarbejde mellem Geodatastyrelsen og Danmarks kommuner om kortlægning og etablering af et "Fællesoffentligt Geografisk Administrationsgrundlag".

hjul passerer dette hul vil det give et forhøjet støjbidrag. Den ekstra støj fra kørsel over sporskifter håndteres ved at lægge 6 dB til støjen i forhold til kørsel på et normalt spor på en strækning, der svarer til sporskiftets længde. Denne tilpassede støjkilde (sporskiftet) benyttes kun til beregning af støjens maksimalniveau, L_{Amax} . Der er ingen korrektion for beregning af årsmiddelværdier (L_{den}) - jf. Miljøstyrelsens vejledning /3/.

Støjbelastede boliger

Ved sammenbyggede boliger/bygninger opsplittes bygningspolygonerne ud fra placeringen af BBR adressepunkter. I tilfælde hvor flere adressepunkter er placeret i det samme punkt fx kollegier, plejeboliger o. lign., er der ikke foretaget en manuel opsplittning af bygningspolygonerne. Det betyder, at alle boligenheder i en bygningspolygon får tildelt det højeste støjniveau på bygningen. Det kan betyde, at etageejendomme, kollegier, plejeboliger og landejendomme med flere længer kan få overvurderet støjbelastningen. Disse tilfælde vil blive beregnet igen, når der udføres detaljerede støjeregninger i en senere detailfase af projektet.

Støjbelastningstal

Det objektive kriterium for etablering af støjskærme er $SBT/km \geq 8$.

Ved beregning af støjbelastningstal indgår boliger, hvor støjen er større end eller lig med den vejledende grænseværdi på $L_{den} = 64$ dB(A) ved boligens facade. For en familiebolig indgår støjniveauet ved stueetagen eller ved en udnyttet tagetage, hvis støjen her er højere. For etageejendomme indgår støjniveauet ud for facaden af hver boligenhed i etageejendommen, herunder den aktuelle boligsenheds højde over terræn.

SBT (støjbelastningstal) bestemmes ved at summere boligernes genefaktorer. Genefaktorer beregnes efter følgende retningslinjer:

$L_{den} < 64$ dB(A):
Genefaktor = 0

$L_{den} \geq 64$ dB(A):
Genefaktor = $(7,239 \times 10^{-4}(L_{den}-42)^3 - 7,851 \times 10^{-3}(L_{den}-42)^2 + 0,1695(L_{den}-42))/100$

Hver enkelt bolig tildeles med udgangspunkt i det beregnede facadestøjniveau, $L_{den,r}$, en genefaktor. En boligs støjniveau karakteriseres som den mest støjbelastede facade og er facaden med det højeste støjniveau bestemt som en såkaldt fritfeltsværdi. Det vil sige uden refleksionsbidrag fra egen facade.

Summen af genefaktorerne for en sammenhængende strækning med boliger belastet over grænseværdien beregnes og normeres til 1 km. Ved at normere til 1 km bliver strækninger af forskellig længde sammenlignelige og kan sammenlignes med vilkåret for etablering af støjskærme, som er givet ved SBT pr. km.

Objektivt kriterie for støjskærme

Banedanmark anvender et objektivt kriterie som grundlag for beslutning om, hvor der skal etableres støjskærme langs jernbanen. Kriteriet er baseret på SBT, jf. afsnit 4.10.2.

Forslag til placering af støjskærme udarbejdes på grundlag af den beregnede støjbelastning ved boliger langs jernbanen. Generelt udløser $SBT/km \geq 8$ overvejelser om etablering af støjskærm ved et boligområde.

Forekommer der boligområder langs jernbanen, hvor $SBT/km < 8$, undersøges der, om mindre dele af boligområdet med en tættere bebyggelsesgrad kan overholde kriteriet på $SBT/km \geq 8$.

Ved fritliggende boligejendomme eller øvrige boligområder, hvor $SBT/km < 8$, kan støjisolering bringes i anvendelse, men ikke etablering af støjskærme.

For at opnå tilstrækkelig effekt af en støjskærm skal denne føres et stykke forbi første og sidste hus på en støjbelastet strækning. Det er den enkelte situation og afstand til banen, som er afgørende, men typisk føres støjskærmen 50-75 m og i visse tilfælde mere forbi det første og det sidste hus. Som udgangspunkt etableres der ikke skærme kortere end ca. 300 m, med mindre der kan påvises grundlag herfor. En støjskærm etableres sådan, at den reducerer støjen med mindst 5 dB ved de pågældende boliger.

Forudsætninger for vibrationsberegninger

Følgende forudsætninger er lagt til grund for vibrationsberegningerne:

Sporkonstruktion

Der er regnet med spor med monoblok sveller af typen Dbn.

Jordbundsforhold

Da der på strækningen findes meget varierende jordbundsforhold er der udført en vurdering af, om jordbundsforholdene har en betydning for udbredelse af vibrationer. Det viser sig, at den største udbredelse af vibrationer findes, hvis der forudsættes, at jordbunden består af moræneler, og beregningerne er derfor udført med den forudsætning. Til sammenligning viser tilsvarende beregninger med jordbundstyper som sand, gytje, dynd eller tørv, at vibrationsniveauet er omkring 3-5 dB lavere.

Bygningstyper

Ved beregningerne skelnes mellem bygninger opført før og efter 1960. Det skyldes primært byggeskik, idet bygninger opført før 1960 typisk er opført med etageadskillelse af træbjælkelag, mens bygninger opført i 1960 eller senere er opført med etageadskillelse i beton. For enkelte bygninger har der i BBR ikke været oplysninger om, hvornår de er opført, og disse bygninger er antaget at være opført før 1960 for at være på den sikre side.

Vibrationsberegningerne, der er gennemført, tager ikke højde for eventuelle sammenbyggede bygninger som fx carporte og lignende. Resultater af vibrationsopgørelsen kan derfor i enkelte tilfælde udpege bygninger som

vibrationsbelastet uden at selve boligenheden er vibrationsbelastet. Grundlaget for bygningsoplysninger bør derfor detaljeres (evt. ved besigtigelse) i en senere detailfase.

Alt i alt er beregningerne til denne kortlægning udført med så præcise forudsætninger som muligt på det foreliggende grundlag. Jordbundens indflydelse er forudsat lidt konservativt, forstået på den måde, at en senere - og mere præcis - beregning sandsynligvis vil vise, at vibrationsniveauet er lavere i praksis, end det ser ud til i denne kortlægning.

Bilag 2 Trafikalt grundlag

I de følgende tabeller fremgår grundlaget for støjberegningerne.

Trafikmængder

Trafikmængder i 1.000 togmeter pr døgn og fordeling dag, aften og nat													
		Eksisterende forhold				0-alternativ				Grundløsning og Tilvalg			
		År 2015				År 2023				År 2023			
Strækning	Togtype	dag	aften	nat	sum	dag	aften	nat	sum	dag	aften	nat	sum
Skanderborg – Aarhus H	IC3-Lyn	3,68	0,89	1,05	5,62	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC3-IC	3,68	0,89	1,05	5,62	-	-	-	-	-	-	-	-
	ICX	-	-	-	-	7,80	2,40	3,15	13,35	7,80	2,40	3,15	13,35
	ET	-	-	-	-	5,52	1,20	1,60	8,32	5,52	1,20	1,60	8,32
	Lint	1,51	0,27	0,38	2,16	2,48	0,25	0,63	3,36	2,48	0,25	0,63	3,36
	Gods	0,10	0,17	0,25	0,53	0,42	0,42	0,84	1,68	0,42	0,42	0,84	1,68
Aarhus H – Langå	IC3-Lyn	2,58	0,62	0,73	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC3-IC	2,58	0,62	0,73	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-
	ICX	-	-	-	-	3,90	1,20	1,50	6,60	3,90	1,20	1,50	6,60
	ET	-	-	-	-	2,24	0,48	0,64	3,36	2,24	0,48	0,64	3,36
	Lint	1,51	0,27	0,38	2,16	2,48	0,25	0,63	3,36	2,48	0,25	0,63	3,36
	Gods	0,13	-	0,04	0,17	0,42	0,42	0,84	1,68	0,42	0,42	0,84	1,68
Langå – Randers	IC3-Lyn	2,58	0,62	0,73	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC3-IC	2,58	0,62	0,73	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-
	ICX	-	-	-	-	3,90	1,20	1,50	6,60	3,90	1,20	1,50	6,60
	ET	-	-	-	-	2,24	0,48	0,64	3,36	2,24	0,48	0,64	3,36
	Lint	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gods	0,13	-	0,04	0,17	0,42	0,42	0,84	1,68	0,42	0,42	0,84	1,68
Langå – Viborg	Lint	1,51	0,27	0,38	2,16	2,48	0,25	0,63	3,36	2,48	0,25	0,63	3,36

Tabel 65. Trafikmængder i 1.000 togmeter pr døgn for de undersøgte scenarier. ICX betegner et fremtidigt højhastighedstog, som forventes indført med tiden. Lint (Coradia Lint) betegner de nyeste lokal- og regionalbanetog, og ET er et tog svarende til det nuværende Øresundstog.

Maksimal toglængde

Den maksimale støj for passage af et tog afhænger af længden af toget og ikke af antallet af passager. Der er i beregningerne anvendt de i viste maksimale toglængder.

Togtype	Samlet maksimal længde
IC3	158 m (3 togsæt)
ICX	300 m (2 togsæt)
ET	160 m (2 togsæt)
Lint	84 m (2 togsæt)
Gods	550 m

Tabel 66. Maksimale toglængder.

Standsemønster

Følgende standsemønster er benyttet i støjberegningerne:

Eksisterende forhold

IC3-Lyn	Aarhus H – Randers – Hobro
IC3-IC	Aarhus H – Hadsten – Langå – Randers – Hobro
Lint	Aarhus H – Hinnerup – Hadsten – Langå
Gods	-

0-alternativ, Grundløsning og Tilvalg

ICX	Aarhus H
ET	Aarhus H – Hadsten – Langå – Randers – Hobro
Lint	Aarhus H – Hinnerup – Hadsten – Langå
Gods	-

Standsende tog

Hvordan det enkelte tog standser og accelererer, har betydning for hvor meget støj, det frembringer. Hvordan de enkelte togtyper standser og accelerer fremgår af.

For ikke at overvurdere støjen for standsende tog, er der ved stationsområderne anvendt reducerede hastigheder i tre hastighedszoner på hver side af stationerne /15/.

Af nedenstående ses de anvendte hastighedsprofiler for passagertog, der standser ved stationer.

Togtype	Nedbremsning			Acceleration		
	2.000-1.000 m	1.000-500 m	500-0 m	0-500 m	500-1000 m	1000-2000 m
IC3/ICX/ET	175 km/t	130 km/t	80 km/t	70 km/t	95 km/t	115 km/t
Lint	100 km/t	90 km/t	70 km/t	75 km/t	75 km/t	90 km/t

De tre afstandsintervaller angiver afstanden til stationen (før og efter).

Tabel 67. Hastighedsprofil for standsning ved stationer.

De angivne hastigheder i skemaet er maksimale hastigheder for den enkelte togtype. Ofte vil hastigheden være begrænset af begrænsninger for den

enkelte delstrækning. Dette gælder specielt ved nedbremsning 2.000-1.000 meter fra stationen, da indkørselshastigheden her er høj, og derfor ofte vil være begrænset at den maksimale strækningshastighed på den pågældende delstrækning. Så hvis den maksimale strækningshastighed f.eks. er 140 km/t, vil et IC3-tog ikke køre hurtigere end de 140 km/t i en afstand 2.000-1.000 meter fra stationen.

Hastigheder

Af Tabel 68, Tabel 69 og Tabel 70 ses de benyttede hastigheder ved støjberegningerne for hhv. de eksisterende forhold, *Grundløsning* og *Tilvalg*.

Godstog og Lint-togsæt vil dog ikke alle steder kunne opnå den vægtede strækningshastighed (se næste afsnit), da de ikke kan køre så stærkt. Her benyttes i stedet følgende maksimal hastigheder.

Lint	110 km/t
Gods	110 km/t.

Ved køreplanlægning er der typisk lagt ekstra tid ind til standsning og ophold på stationer, plus en sikkerhedsmargin. Derfor vil ikke alle tog køre med den højeste mulige hastighed på strækningen, hvis der ikke er brug for den sikkerhed, som er lagt ind i køreplanen. Dette betegnes køreplanhastigheden, der er den gennemsnitlige hastighed et tog skal køre med for at overholde køreplanen mellem to stationer.

Køreplanshastigheden er her fastsat til 90 % af den maksimale strækningshastighed et tog kan køre med på den pågældende strækning. Den maksimale strækningshastighed og køreplanhastighed fremgår af - .

Da der er erfaring for, at persontog kan blive forsinkede og derfor søger at indhente forsinkelsen, er det ved støjberegningerne forudsat, at 85 % af persontogene kører med køreplanhastigheden og 15 % kører med den maksimalt tilladte strækningshastighed. Denne sammensatte hastighed betegnes vægtet strækningshastighed /13/.

	fra km	Til Km	TIB overhastighed km/t	Køreplan- hastighed km/t	Hastighed til støjberegning km/t	
Århus H 108.5 - 111.3	108,500	108,800	40	36	37	
	108,800	109,479	40	36	37	
	109,479	110,393	110	99	101	
	110,393	111,300	120	108	110	
	111,300	116,600	150	135	137	
	116,600	120,600	150	135	137	
	120,600	122,300	160	144	147	
	122,300	125,700	160	144	147	
	125,700	130,338	160	144	147	
	Hinnerup st. 130.9 - 132.7	130,338	131,180	140	126	128
131,180		132,300	140	126	128	
132,300		132,690	160	144	147	
132,690		133,630	160	144	147	
133,630		135,720	160	144	147	
135,720		136,200	160	144	147	
136,200		136,869	140	126	128	
136,869		137,800	140	126	128	
Hadsten st. 140.5 - 141.7		137,800	143,950	160	144	147
		143,950	145,300	160	144	147
	145,300	145,880	140	126	128	
	145,880	146,000	140	126	128	
	146,000	146,070	160	144	147	
	146,070	147,900	160	144	147	
	147,900	148,600	160	144	147	
	148,600	149,070	160	144	147	
	149,070	149,600	160	144	147	
	149,600	149,700	140	126	128	
Langå st. 153.4 - 155.3	149,700	149,834	120	108	110	
	149,834	151,100	120	108	110	
	151,100	152,800	160	144	147	
	152,800	153,800	160	144	147	
	153,800	153,871	120	108	110	
	153,871	155,000	120	108	110	
	155,000	158,600	160	144	147	
	158,600	160,900	140	126	128	
	160,900	161,370	160	144	147	
	161,370	165,500	160	144	147	
Randers st. 167.0 - 168.9	165,500	166,800	110	99	101	
	166,800	167,700	80	72	73	
	167,700	168,000	80	72	73	
	168,000	168,400	80	72	73	
	168,400	168,901	140	126	128	
	168,901	170,674	160	144	147	
	170,674	175,700	160	144	147	
	175,700	175,900	140	126	128	
	175,900	177,900	160	144	147	
	177,900	178,600	160	144	147	
Hobro st. 198.1 - 199.6	178,600	183,600	180	162	165	
	183,600	184,990	180	162	165	
	184,990	188,800	180	162	165	
	188,800	189,550	170	153	156	
	189,550	191,650	170	153	156	
	191,650	192,310	160	144	147	
	192,310	193,320	160	144	147	
	193,320	194,520	160	144	147	
	194,520	197,300	160	144	147	
	197,300	198,100	140	126	128	
Hobro st. 198.1 - 199.6	198,100	198,595	80	72	73	
	198,595	199,063	80	72	73	
	199,063	199,300	80	72	73	
	199,300	199,600	120	108	110	

Tabel 68. Benyttede hastigheder ved støjberegninger for eksisterende forhold.

			Grundløsning	Køreplan- hastighed	Hastighed til støjberegning
	fra km	Til Km	km/t	km/t	km/t
Århus H 108.5 - 111.3	108,500	108,800	40	36	37
	108,800	109,500	120	108	110
	109,500	110,400	120	108	110
	110,400	111,300	120	108	110
Brabrand st. 114.3 - 115.9	111,300	116,600	150	135	137
	116,600	120,600	150	135	137
Mundelstrup st. 121.8 - 123.3	120,600	122,300	160	144	147
	122,300	125,700	160	144	147
	125,700	130,000	180	162	165
Hinnerup st. 130.9 - 132.7	130,000	131,180	180	162	165
	131,180	131,400	180	162	165
	131,400	132,300	140	126	128
	132,300	132,690	160	144	147
	132,690	133,630	160	144	147
	133,630	135,720	160	144	147
	135,720	136,200	160	144	147
	136,200	136,869	160	144	147
Hadsten st. 140.5 - 141.7 perron	136,869	137,800	160	144	147
	137,800	141,000	180	162	165
	141,000	141,350	180	162	165
	141,350	143,950	180	162	165
	143,950	145,300	180	162	165
	145,300	145,880	160	144	147
	145,880	146,000	160	144	147
	146,000	146,070	160	144	147
	146,070	147,900	160	144	147
	147,900	148,600	160	144	147
	148,600	149,070	160	144	147
	149,070	149,600	160	144	147
	149,600	149,700	160	144	147
	149,700	149,834	160	144	147
	149,834	151,100	160	144	147
	151,100	152,800	160	144	147
	Langå st. 153.4 - 155.3 Perron	152,800	153,800	160	144
153,800		153,871	160	144	147
153,871		154,150	180	162	165
154,150		154,400	180	162	165
154,400		155,000	180	162	165
155,000		158,600	180	162	165
158,600		160,900	180	162	165
160,900		161,370	180	162	165
161,370		165,500	160	144	147
165,500		166,800	130	117	119
166,800		167,550	80	72	73
167,550		167,700	80	72	73
Randers st. 167.0 - 168.9		167,700	168,000	80	72
	168,000	168,400	80	72	73
	168,400	168,900	140	126	128
	168,900	170,674	180	162	165
	170,674	175,700	180	162	165
	175,700	175,900	180	162	165
	175,900	177,900	180	162	165
	177,900	178,600	160	144	147
Kurveud. Kousted Fårup st. 181.5 - 183.4	178,600	183,600	180	162	165
	183,600	184,990	180	162	165
Kurveud. Handest	184,990	188,800	180	162	165
	188,800	189,550	170	153	156
Kurveud. Sønder onsild	189,550	191,600	170	153	156
	191,600	192,310	170	153	156
Kurveud. Sparrehuse	192,310	193,320	170	153	156
	193,320	194,520	170	153	156
	194,520	197,300	170	153	156
	197,300	198,100	150	135	137
	198,100	198,595	120	108	110
Hobro st. 198.1 - 199.6 Perron perron	198,595	198,650	100	90	92
	198,650	199,050	100	90	92
	199,050	199,063	150	135	137
	199,063	199,300	150	135	137
	199,300	199,600	150	135	137

Tabel 69. Benyttede hastigheder ved støjberegninger for grundløsningen.

			Tilvalg	Køreplan- hastighed km/t	Hastighed til støjberegning km/t
	fra km	Til Km			
Århus H 108.5 - 111.3	108,500	108,800	40	36	37
	108,800	109,500	120	108	110
	109,500	110,400	120	108	110
	110,400	111,300	120	108	110
Brabrand st. 114.3 - 115.9	111,300	116,600	150	135	137
	116,600	120,600	150	135	137
Mundelstrup st. 121.8 - 123.3	120,600	122,300	160	144	147
	122,300	125,700	160	144	147
	125,700	130,000	180	162	165
Hinnerup st. 130.9 - 132.7	130,000	131,180	180	162	165
	131,180	131,400	180	162	165
	131,400	132,300	140	126	128
	132,300	132,690	160	144	147
	132,690	133,630	160	144	147
	133,630	135,720	160	144	147
	135,720	136,200	160	144	147
	136,200	136,869	160	144	147
Hadsten st. 140.5 - 141.7 perron	136,869	137,800	160	144	147
	137,800	141,000	180	162	165
	141,000	141,350	180	162	165
	141,350	143,950	180	162	165
	143,950	145,300	180	162	165
	145,300	145,880	160	144	147
	145,880	146,000	160	144	147
	146,000	146,070	160	144	147
	146,070	147,900	160	144	147
	147,900	148,600	160	144	147
	148,600	149,070	160	144	147
	149,070	149,600	160	144	147
	149,600	149,700	160	144	147
	149,700	149,834	160	144	147
	149,834	151,100	160	144	147
	151,100	152,800	160	144	147
	152,800	153,800	160	144	147
Langå st. 153.4 - 155.3 Perron	153,800	153,871	160	144	147
	153,871	154,150	180	162	165
	154,150	154,400	180	162	165
	154,400	155,000	180	162	165
	155,000	158,600	180	162	165
	158,600	160,900	180	162	165
	160,900	161,370	180	162	165
	161,370	165,500	160	144	147
	165,500	166,800	130	117	119
	166,800	167,550	80	72	73
	167,550	167,700	80	72	73
	167,700	168,000	80	72	73
	Randers st. 167.0 - 168.9	168,000	168,400	80	72
168,400		168,900	140	126	128
168,900		170,674	180	162	165
170,674		175,700	200	180	183
175,700		175,900	200	180	183
175,900		177,900	200	180	183
177,900		178,600	200	180	183
178,600		183,600	200	180	183
Kurveud. Kousted Fårup st. 181.5 - 183.4	183,600	184,990	200	180	183
	184,990	188,800	200	180	183
Kurveud. Sønder onsild	188,800	189,550	200	180	183
	189,550	191,600	200	180	183
Kurveud. Sparrehuse	191,600	192,310	200	180	183
	192,310	193,320	200	180	183
	193,320	194,520	170	153	156
	194,520	197,300	170	153	156
Hobro st. 198.1 - 199.6	197,300	198,100	150	135	137
	198,100	198,595	120	108	110
	198,595	198,650	100	90	92
	198,650	199,050	100	90	92
	199,050	199,063	150	135	137
	199,063	199,300	150	135	137
	199,300	199,600	150	135	137

Tabel 70. Benyttede hastigheder ved støjberegninger for Tilvalg.

Bilag 3 Datagrundlag

#	Data:	Filnavn	Dato	Oprindelse
1	Bygningspolygoner, Region Midt	Bygning.shp	12.10.2015	Geodatastyrelsen Geodanmark
2	Bygningspolygoner, Region Nord	Bygning.shp	12.10.2015	Geodatastyrelsen Geodanmark
3	Jernbaner, Region Midt	Jernbane.shp	12.10.2015	Geodatastyrelsen Geodanmark
4	Jernbaner, Region Nord	Jernbane.shp	12.10.2015	Geodatastyrelsen Geodanmark
5	Kurveudretning, <i>Tilvalg</i>	Kurveudretning_polyline.shp	26.02.2016	Rambøll, MSW
6	Højdedata, DHM	DTM_622_56.asc	12.10.2015	Geodatastyrelsen DHM-2007/terræn (1,6 m grid)
		DTM_622_57.asc		
		DTM_623_56.asc		
		DTM_624_55.asc		
		DTM_624_56.asc		
		DTM_625_55.asc		
		DTM_625_56.asc		
		DTM_626_54.asc		
		DTM_626_55.asc		
		DTM_627_54.asc		
7	BBR udtræk, Aarhus	Ramkort_order594	13.10.2015	Rambøll udtræk
8	BBR udtræk, Favrskov	Ramkort_order595	13.10.2015	Rambøll udtræk
9	BBR udtræk, Randers	Ramkort_order596	13.10.2015	Rambøll udtræk
10	BBR udtræk, Mariagerfjord	Ramkort_order597	13.10.2015	Rambøll udtræk
11	Hastighedsprofiler	Hastighedsprofil_Ar-Hb_vaegtet hast.xlsx	18.12.2015	Banedanmark
12	Trafikgrundlag jernbanen	201050816 Aarhus_Hobro støjgrundlag.xlsx	21.10.2015	Banedanmark
13	Eksisterende Støjskærme	Stoejskaerme.shp	26.10.2015	Banedanmark

Bilag 4 Støj- og vibrationskort

- Kort nr. 1: Jernbanestøj, eksisterende forhold 2015, Aarhus H
- Kort nr. 2: Jernbanestøj, 0-alternativ 2030, Aarhus H
- Kort nr. 3: Jernbanestøj, Grundløsning, Aarhus H
- Kort nr. 4: Jernbanestøj, eksisterende forhold 2015, Randers
- Kort nr. 5: Jernbanestøj, 0-alternativ 2030, Randers
- Kort nr. 6: Jernbanestøj, Grundløsning, Randers
- Kort nr. 7: Jernbanestøj, eksisterende forhold 2015, Sønder Onsild
- Kort nr. 8: Jernbanestøj, 0-alternativ 2030, Sønder Onsild
- Kort nr. 9: Jernbanestøj, Grundløsning, Sønder Onsild
- Kort nr. 10: Jernbanestøj, Tilvalg, Sønder Onsild
- Kort nr. 11: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Haarvadbros
- Kort nr. 12: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Haarvadbros
- Kort nr. 13: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Lerbjerg
- Kort nr. 14: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Lerbjerg
- Kort nr. 15: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Laurbjerg
- Kort nr. 16: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Laurbjerg
- Kort nr. 17: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Stevnstrup
- Kort nr. 18: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Stevnstrup
- Kort nr. 19: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Bjerregrav
- Kort nr. 20: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Bjerregrav
- Kort nr. 21: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, nedrivning ved Kousted
- Kort nr. 22: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Kousted
- Kort nr. 23: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, nedrivning ved Skivevej
- Kort nr. 24: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Skivevej
- Kort nr. 25: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, rammeaktiviteter ved Ørrildvej
- Kort nr. 26: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde ved Ørrildvej
- Kort nr. 27: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, nedrivning ved Ørrildvej
- Kort nr. 28: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, nedrivning ved Viborg Landevej
- Kort nr. 29: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, rammeaktiviteter ved Viborg Landevej
- Kort nr. 30: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde ved Viborg Landevej
- Kort nr. 31: Anlægstøj, eksempel på strækingsarbejde, strækning 4
- Kort nr. 32: Anlægstøj, eksempel på strækingsarbejde, strækning 5a
- Kort nr. 33: Anlægstøj, eksempel på strækingsarbejde, strækning 6a
- Kort nr. 34: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Haarvadbros
- Kort nr. 35: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Lerbjerg
- Kort nr. 36: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Laurbjerg
- Kort nr. 37: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Stevnstrup
- Kort nr. 38: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Bjerregrav
- Kort nr. 39: Vibrationer, Tilvalg, ramning ved Ørrildvej
- Kort nr. 40: Vibrationer, Tilvalg, ramning ved Viborg Landevej

For alle støjkort gælder, at der er anvendt 4 cm Grundkort fra Geodatastyrelsen som underlag for de viste støjkort.

Kort nr.1: Jernbanestøj, eksisterende forhold 2015, Aarhus H



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- LAmax 85 dB
- Afgrænsning Aarhus H
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger



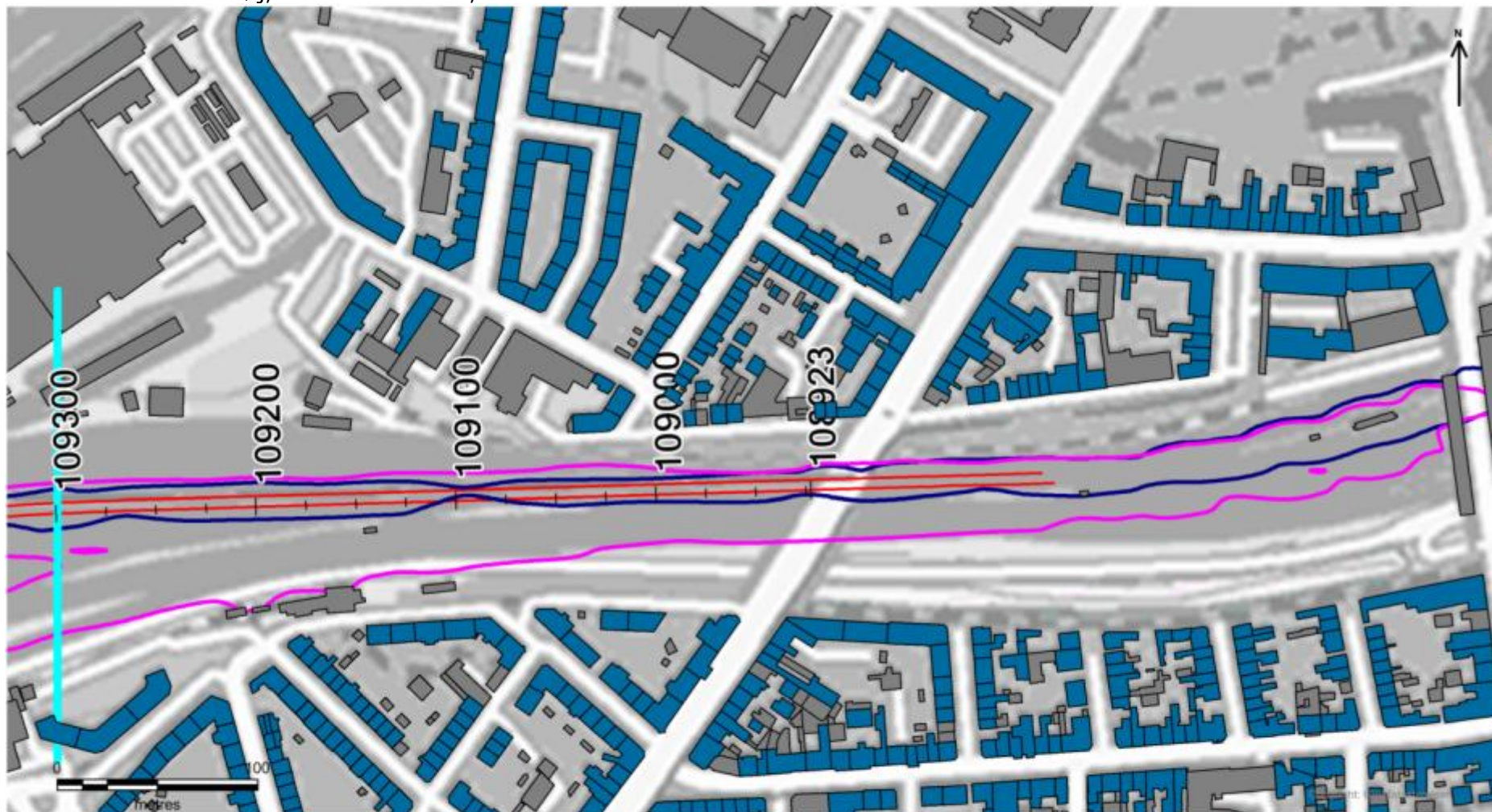
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 1

Projekt 1100014235	Skala 1:10.000	Udgivelsesår OvR08
Udarbejdet af KRSH	Godkendt af RSHK	Dato 14.08.2016

banedanmark



Kort nr. 2: Jernbanestøj, 0-alternativ 2030, Aarhus H



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- LAmax 85 dB
- Afgrensning Aarhus H
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger



Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 2

Proje: 11001420	Skala: 1:10.000	Udgivet: 01/2008
Udarbejdet af: KSB	Revideret af: KSB	Dato: 14.06.2016

banedanmark



Kort 3: Jernbanestøj, Grundløsning, Aarhus H



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- LAmax 85 dB
- Afgrænsning Aarhus H

— Spor med ændringer

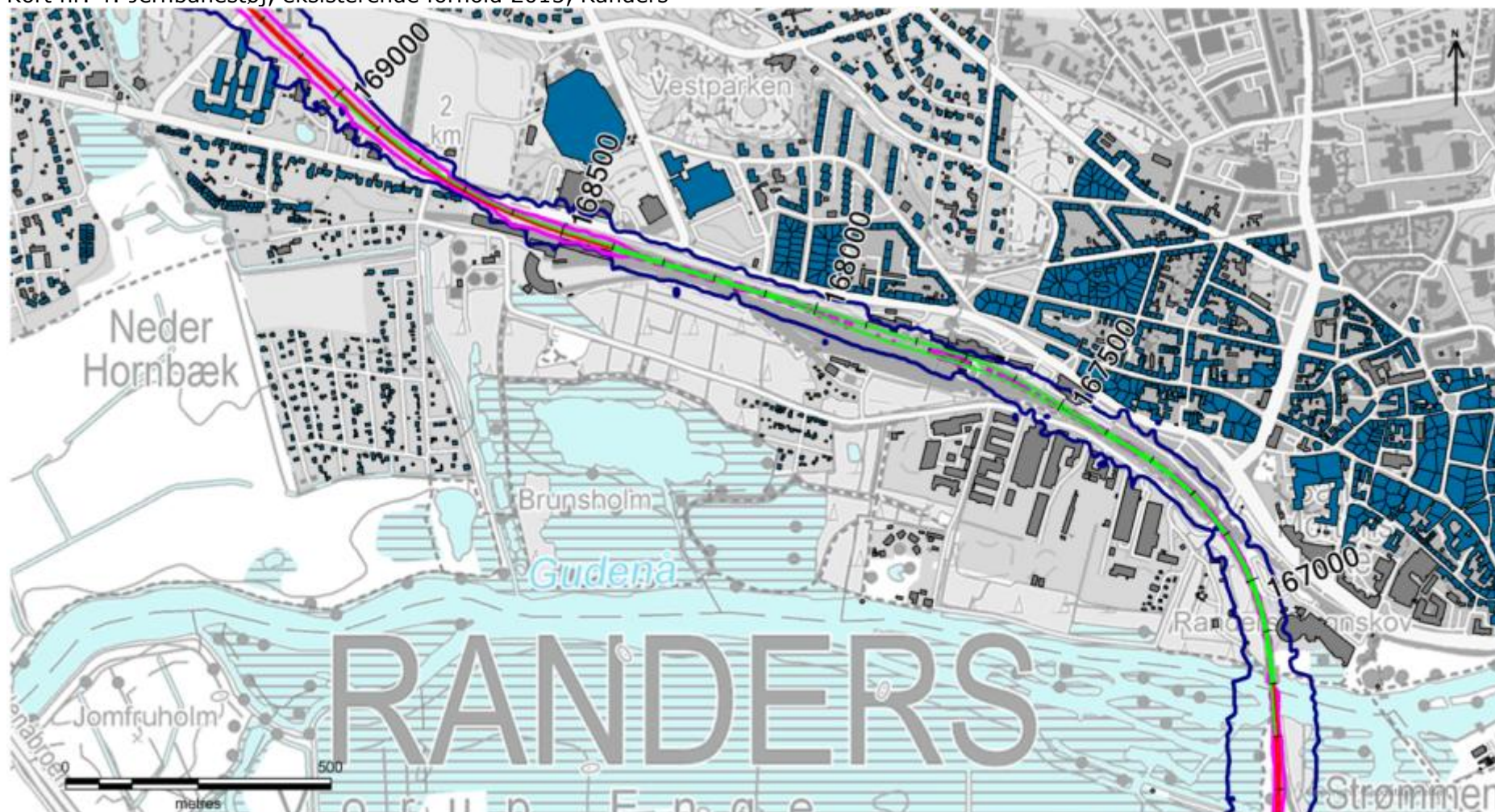
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 3

Projekt	1100014220	Skala	1:10.000	Udarbejdet af	OVR/SB
Udarbejdet af	KRSK	Revideret af	KRSK	Dato	14.06.2010

banedanmark

Kort nr. 4: Jernbanestøj, eksisterende forhold 2015, Randers



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- LAmax 85 dB

— Spor med ændringer

- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

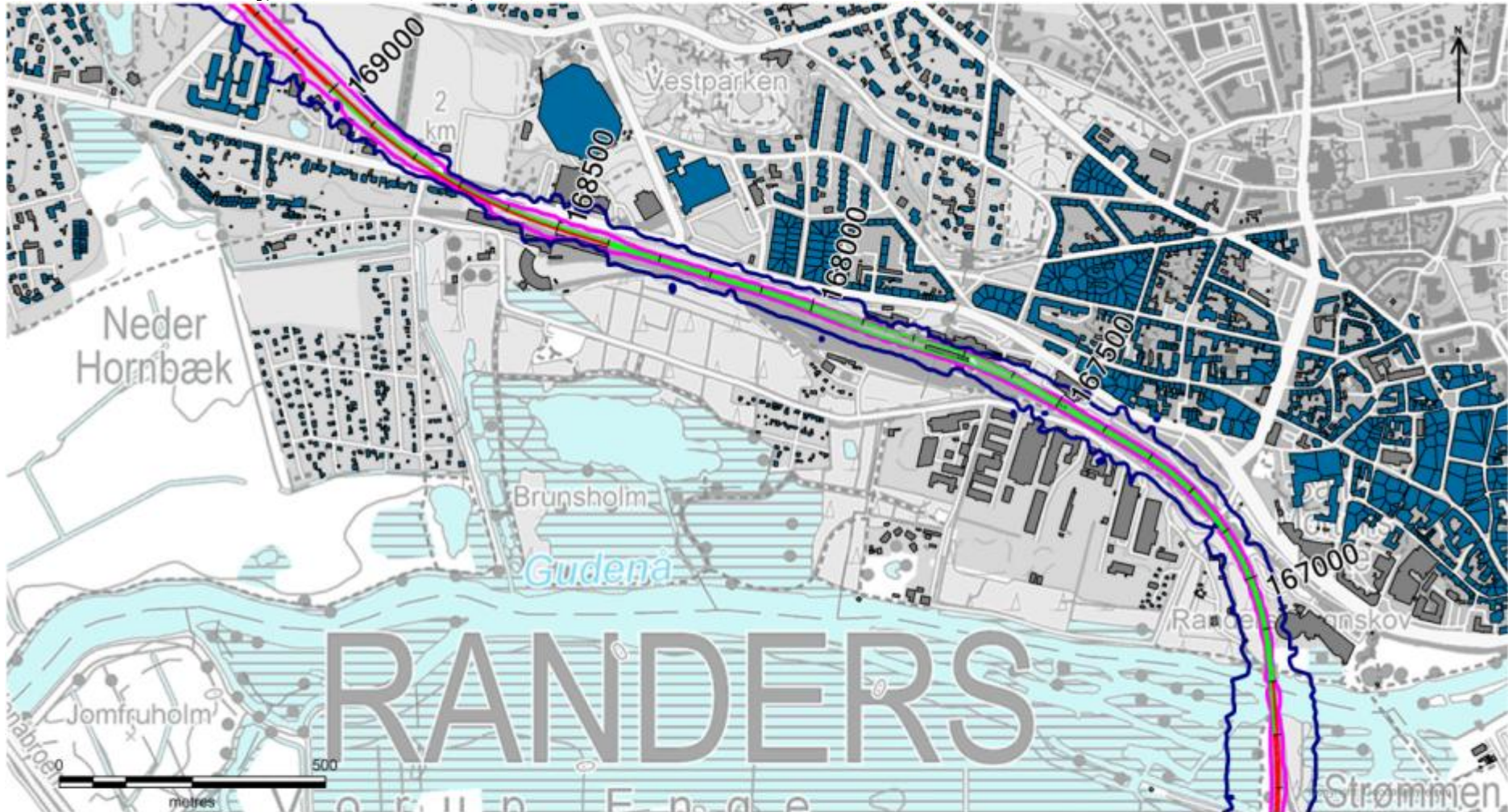


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro
- Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 4

Projekt	Skala	Udgivelsesår
1100014226	1:10.000	DV190
Udarbejdet af	Revideret af	Dato
KRSH	RM	31.03.2016



Kort nr. 5: Jernbanestøj, 0-alternativ 2030, Randers



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- LAmax 85 dB

— Spor med ændringer

- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger



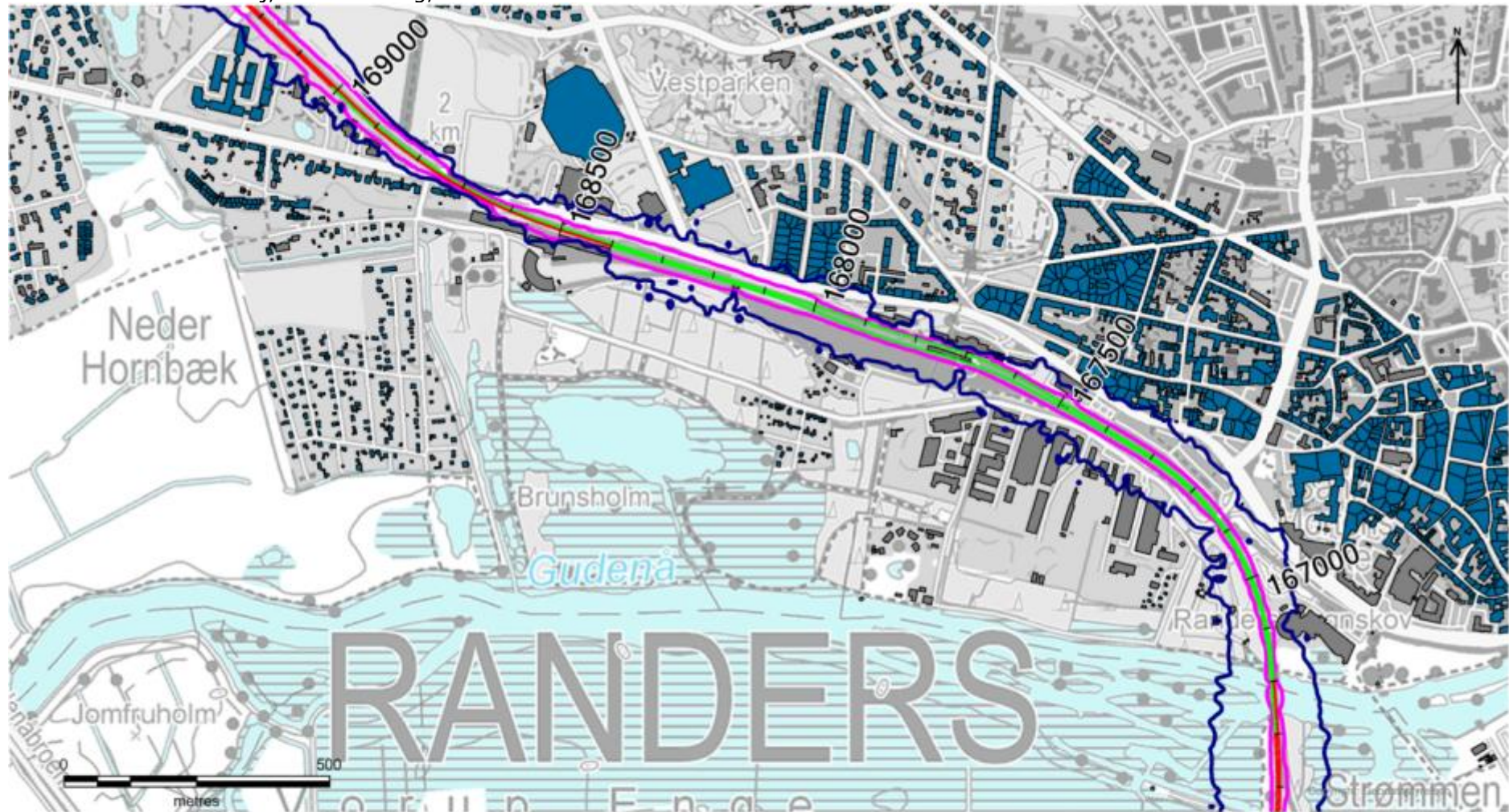
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 5

Projekt	110014225	Dokumentation	1-16-008	Udgivelsesdato	DVW00
Udarbejdet af	KRSN	Kontrolleret af	KRSN	Dato	01.03.2016

banedanmark



Kort nr. 6: Jernbanestøj, Grundløsning, Randers



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger
- Lmax 85 dB



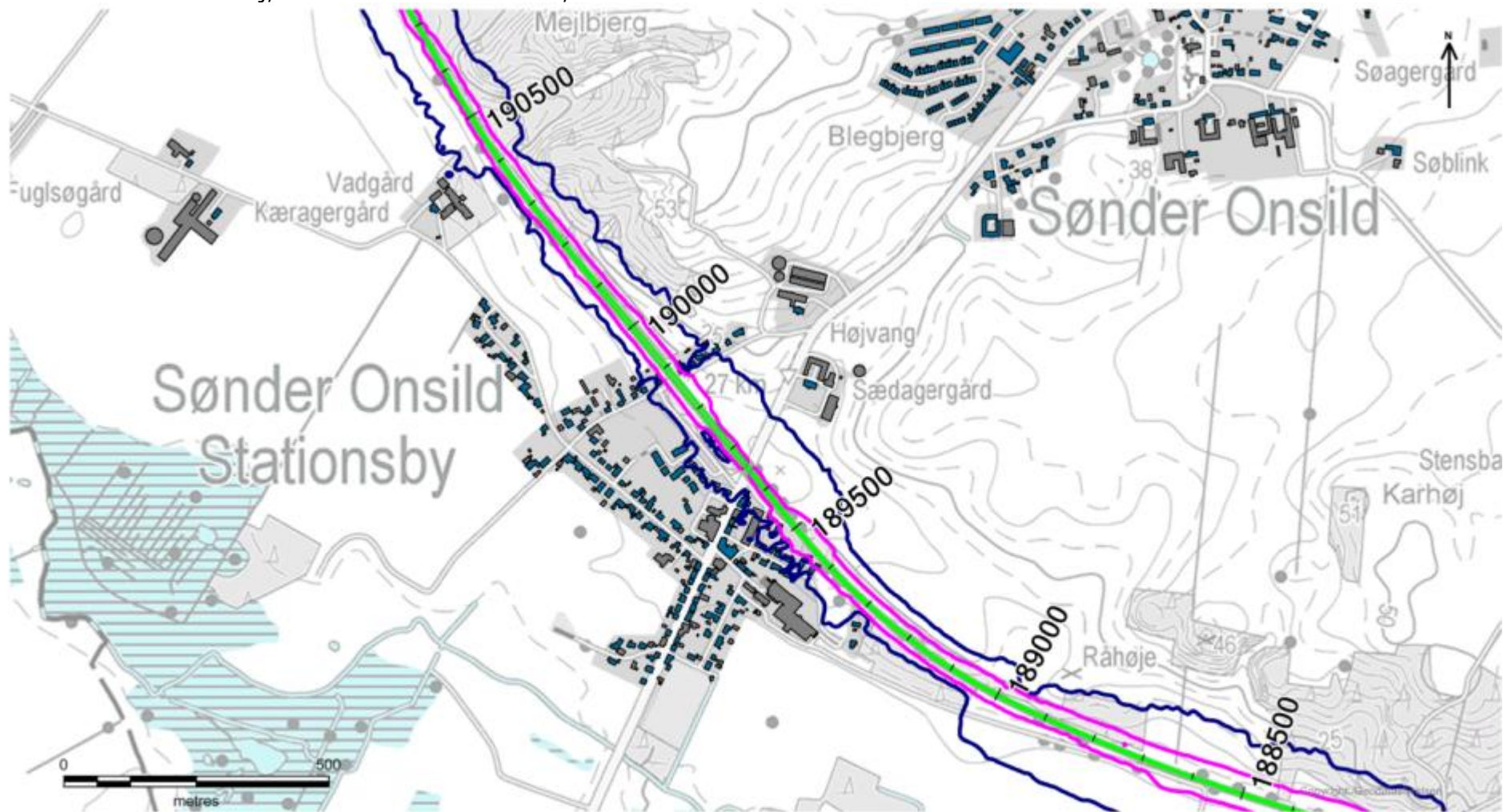
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 6

Region	Mappekode	Stationsnummer
1100014220	1-10.000	020990
Udarbejdet af	Revideret	Dato
KRS1	RSR	01.03.2016

base Danmark



Kort nr. 7: Jernbanestøj, eksisterende forhold 2015, Sønder Onsild



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- L_{Amax} 85 dB
- Spor med ændringer
- Spor uden ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

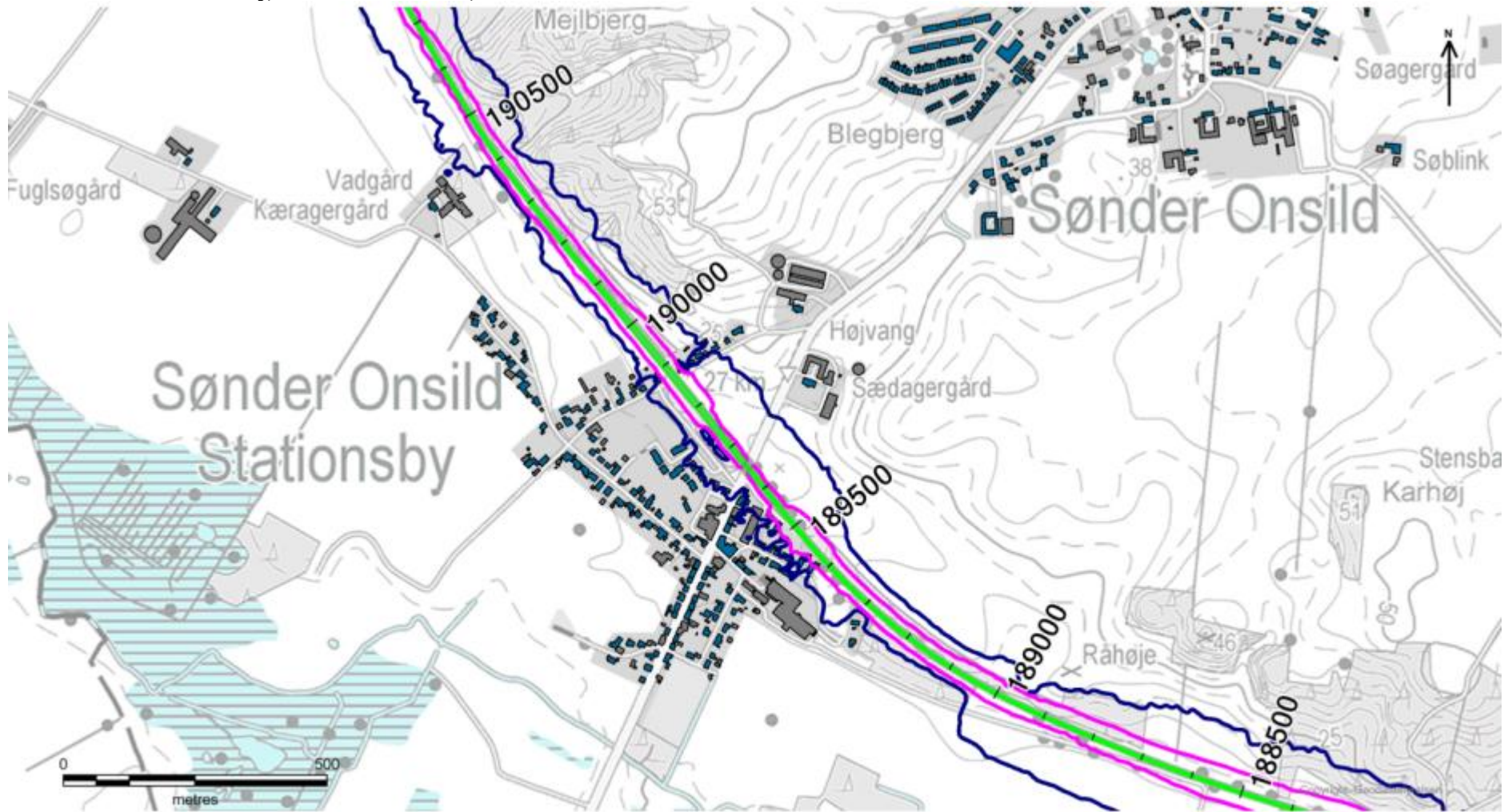


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 7

Dokumentnr.	Skala	Udgivelsesdato
110014228	1:10.000	01/05/2016
KR001	8001	01.05.2016

banedanmark

Kort nr. 8: Jernbanestøj, 0-alternativ 2030, Sønder Onsild



Signaturforklaring

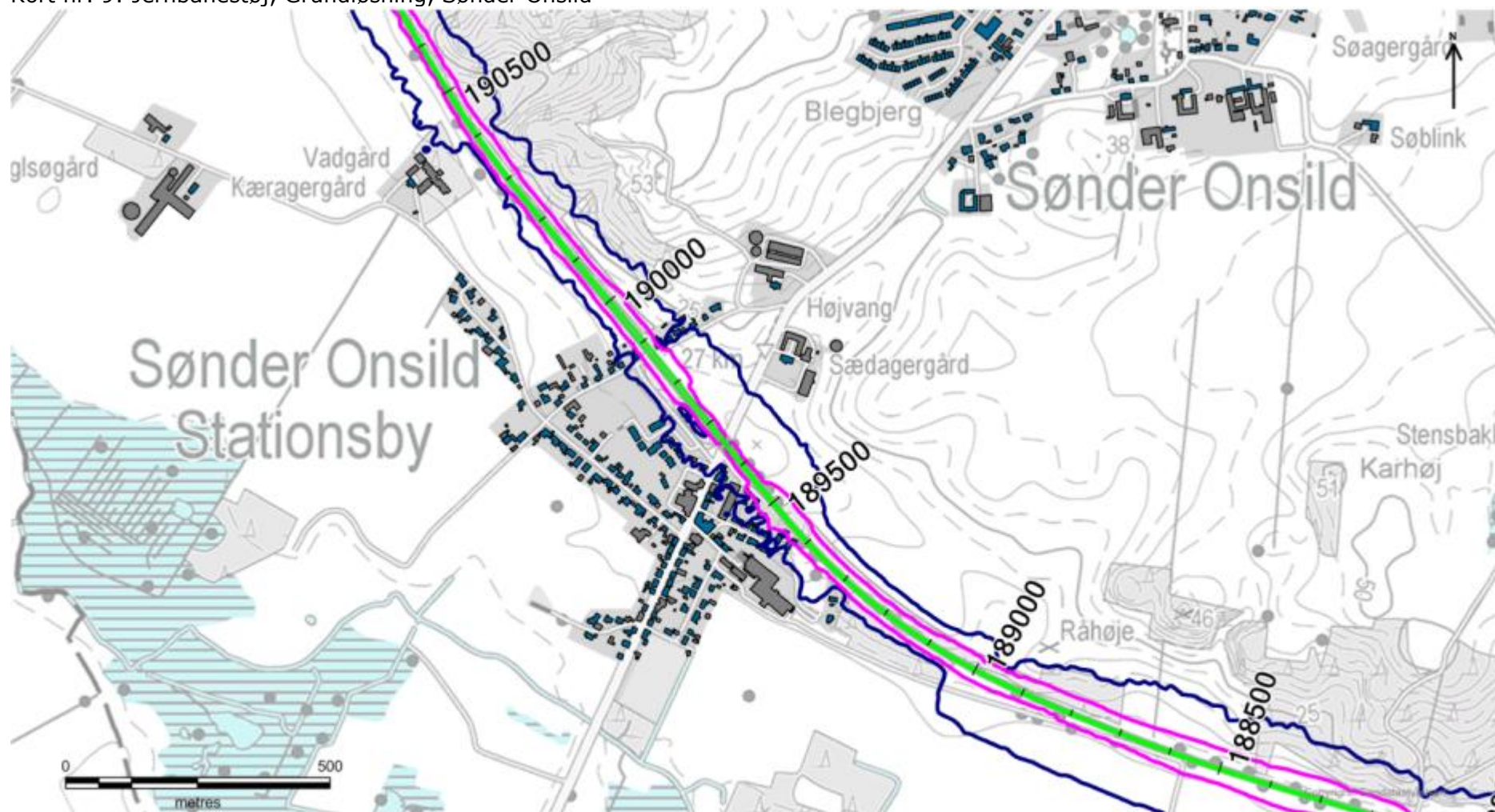
- Lden 64 dB
- Lmax 85 dB
- Spor med ændringer
- Spor uden ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 8

Projekt	Skala	Koordinatsystem
110014228	1:10.000	DVM90
Udarbejdet af	Revideret	Dato
KRSB	RSB	01.03.2016

banedanmark

Kort nr. 9: Jernbanestøj, Grundløsning, Sønder Onsild



Signaturforklaring

- Lden 64 dB
- L_{Amax} 85 dB
- Spor med ændringer
- Spor uden ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger



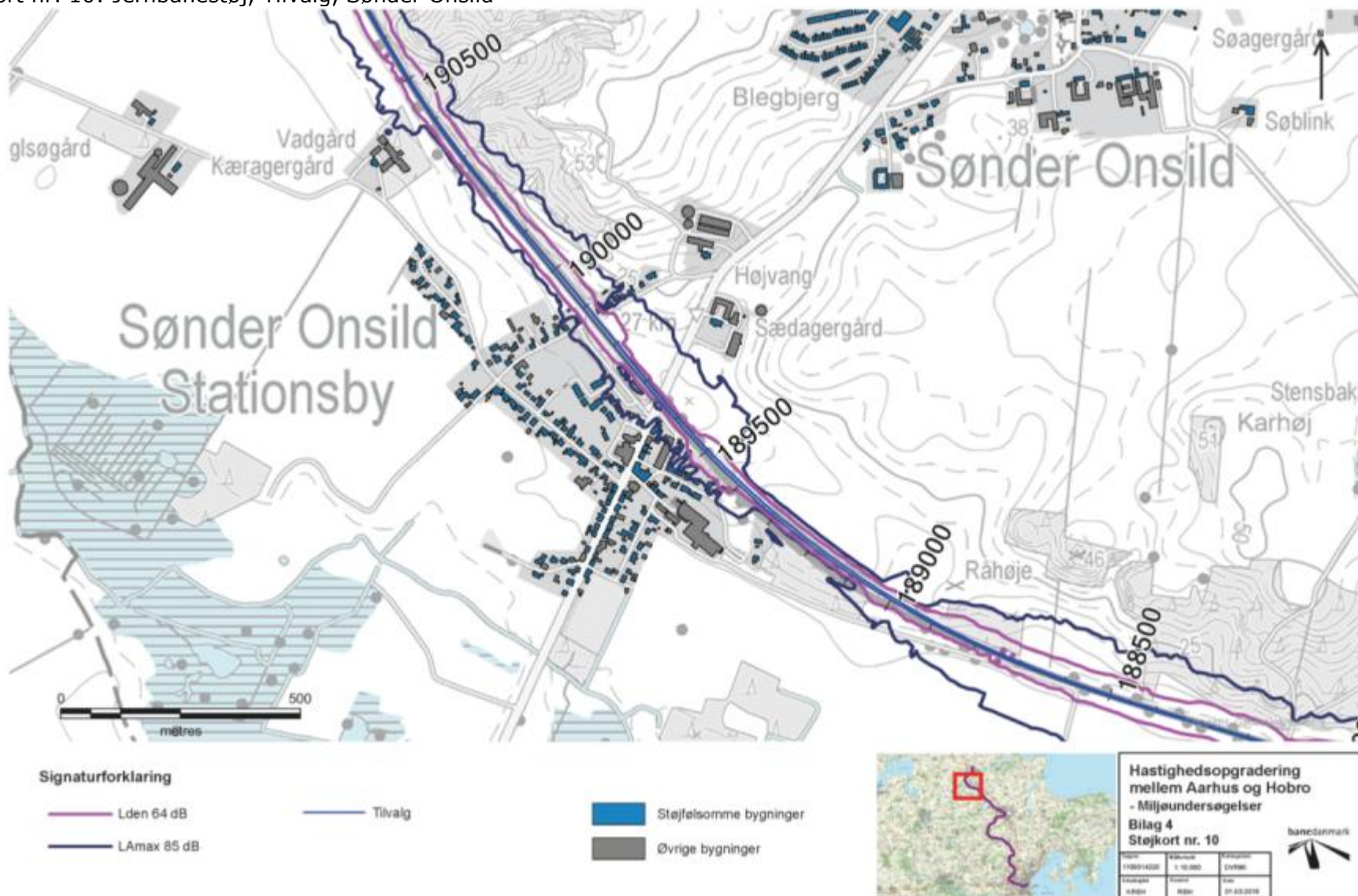
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 9

Projekt	Skala	Udgivelsesdato
1100014226	1:10.000	DV100
Udarbejdet af	Kontor	Dato
KRSK	KRSK	01.03.2016

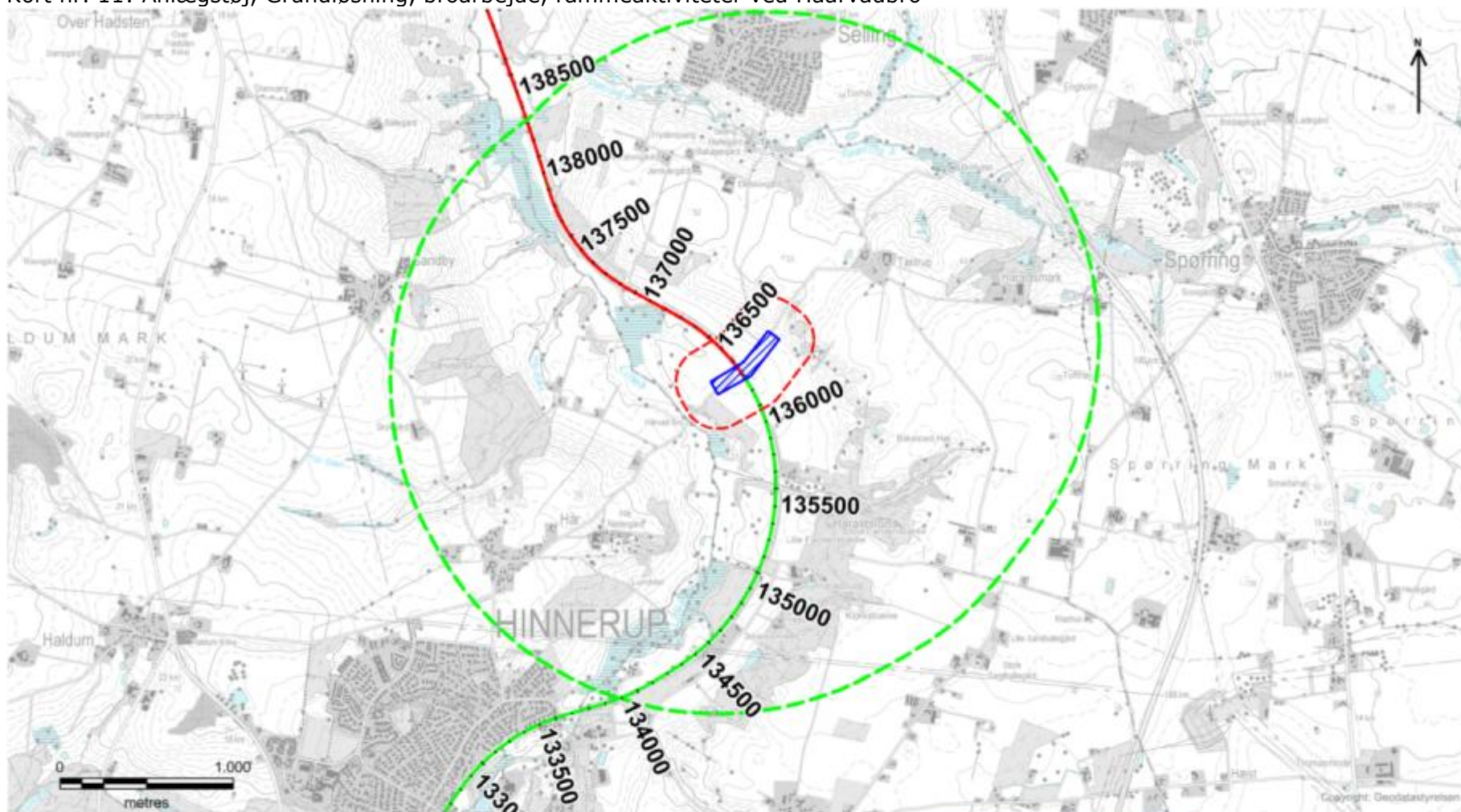
banedæmning



Kort nr. 10: Jernbanestøj, Tilvalg, Sønder Onsild



Kort nr. 11: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Haarvadbros



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

-  Spor med ændringer
-  Spor uden ændringer

-  Bygninger

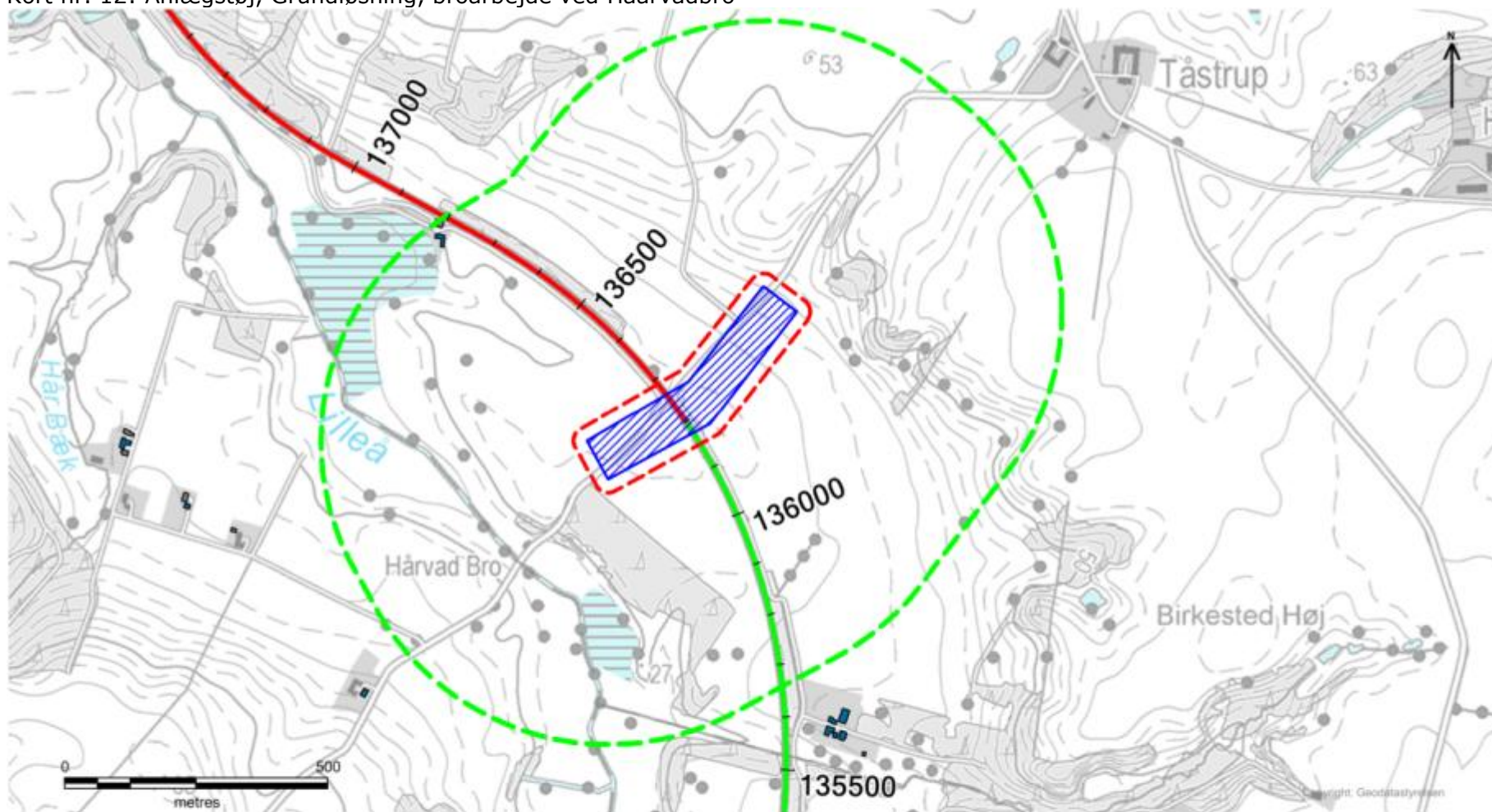


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 11



Projekt	Skala	Dato
1100014228	1:30.000	DWR00
Udarbejdet af	RSK	Dato
KRSH	RSK	01.03.2016



Kort nr. 12: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Haarvadbro



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Broarbejde 40 dB
-  Broarbejde 70 dB

-  Spor med ændringer
-  Spor uden ændringer

-  Støjsfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

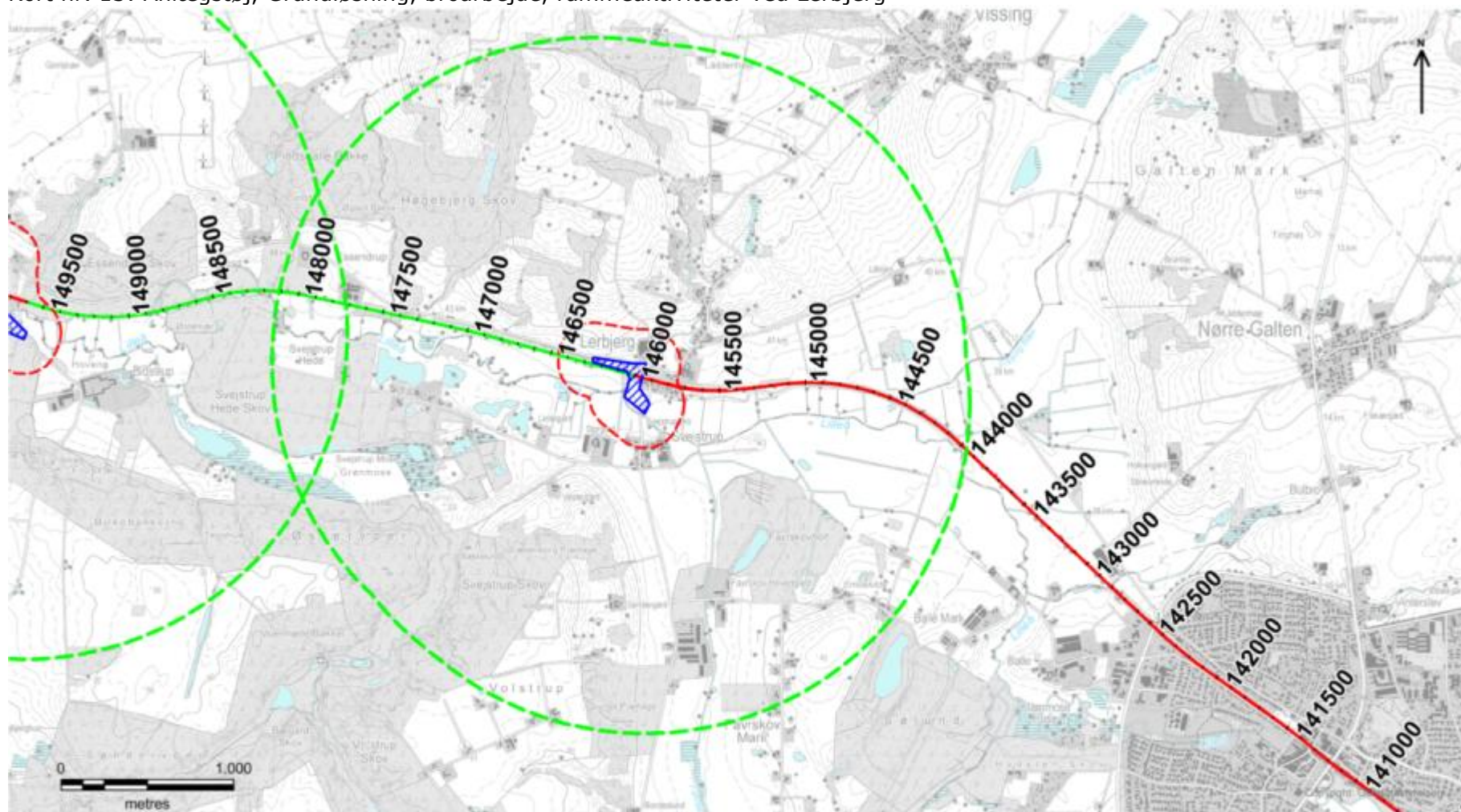


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 12

Mappe:	1190814231	Målestok:	1:10.000	Dato:	04/09/2016
Udarbejdet af:	KPSH	Revideret af:	BSSK	Dato:	01.03.2016


banedanmark 

Kort nr. 13: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Lerbjerg



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

 Spor med ændringer

 Bygninger

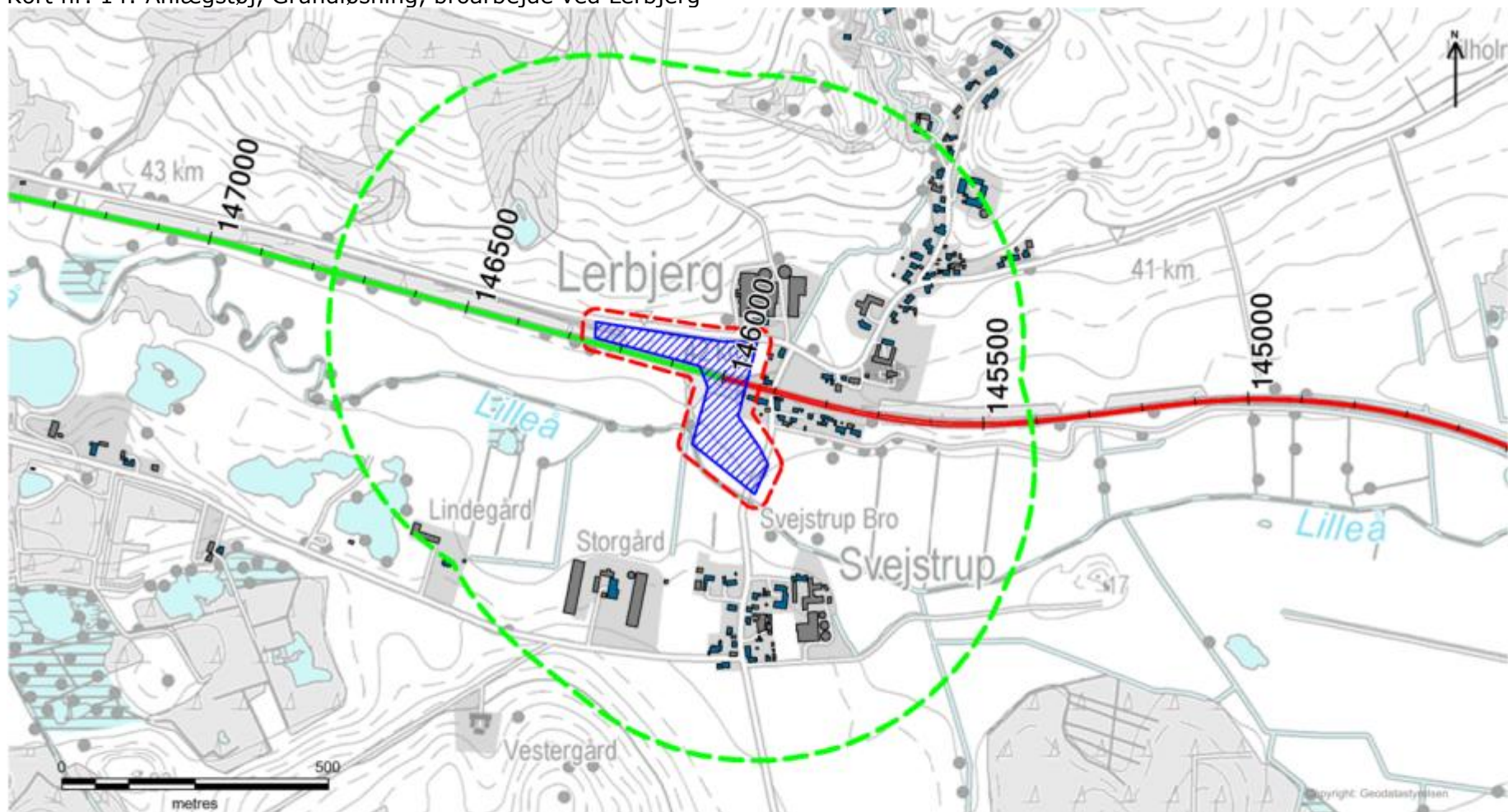


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 13

bane Danmark 

Projekt	Skæbne	Ombygnings
110001420	1.30.000	01/000
Udarbejdet	Revideret	Dato
KRSB	RSK	01.03.2016



Kort nr. 14: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Lerbjerg



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Broarbejde 40 dB
-  Broarbejde 70 dB

 Spor med ændringer

-  Støjsfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

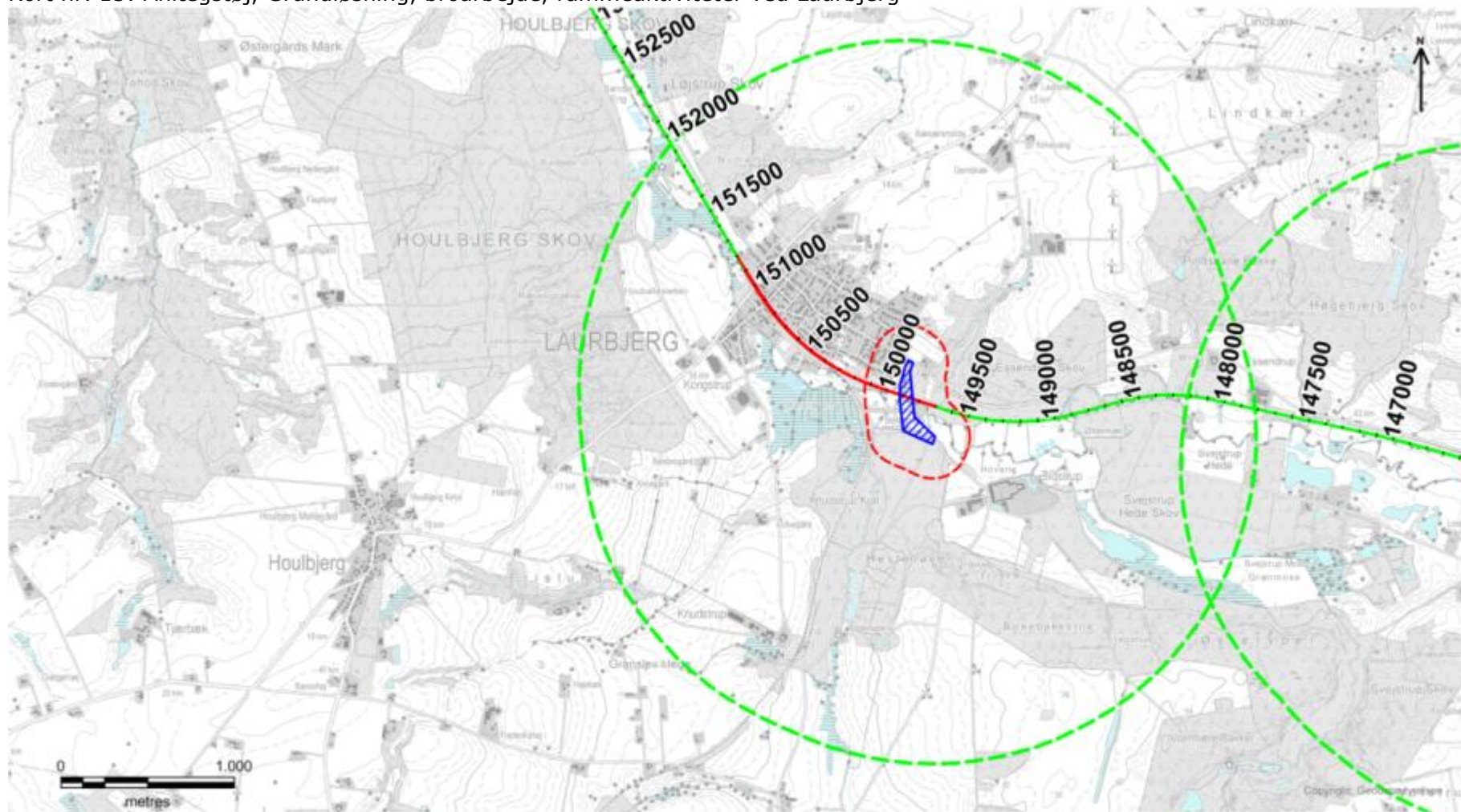


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 14

Projekt	110014220	Skala	1:10.000	Udgave	01/2016
Udarbejdet af	NRSH	Revideret af	NRSH	Dato	01.03.2016

banedanmark 

Kort nr. 15: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Laurbjerg



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

 Spor med ændringer

 Bygninger

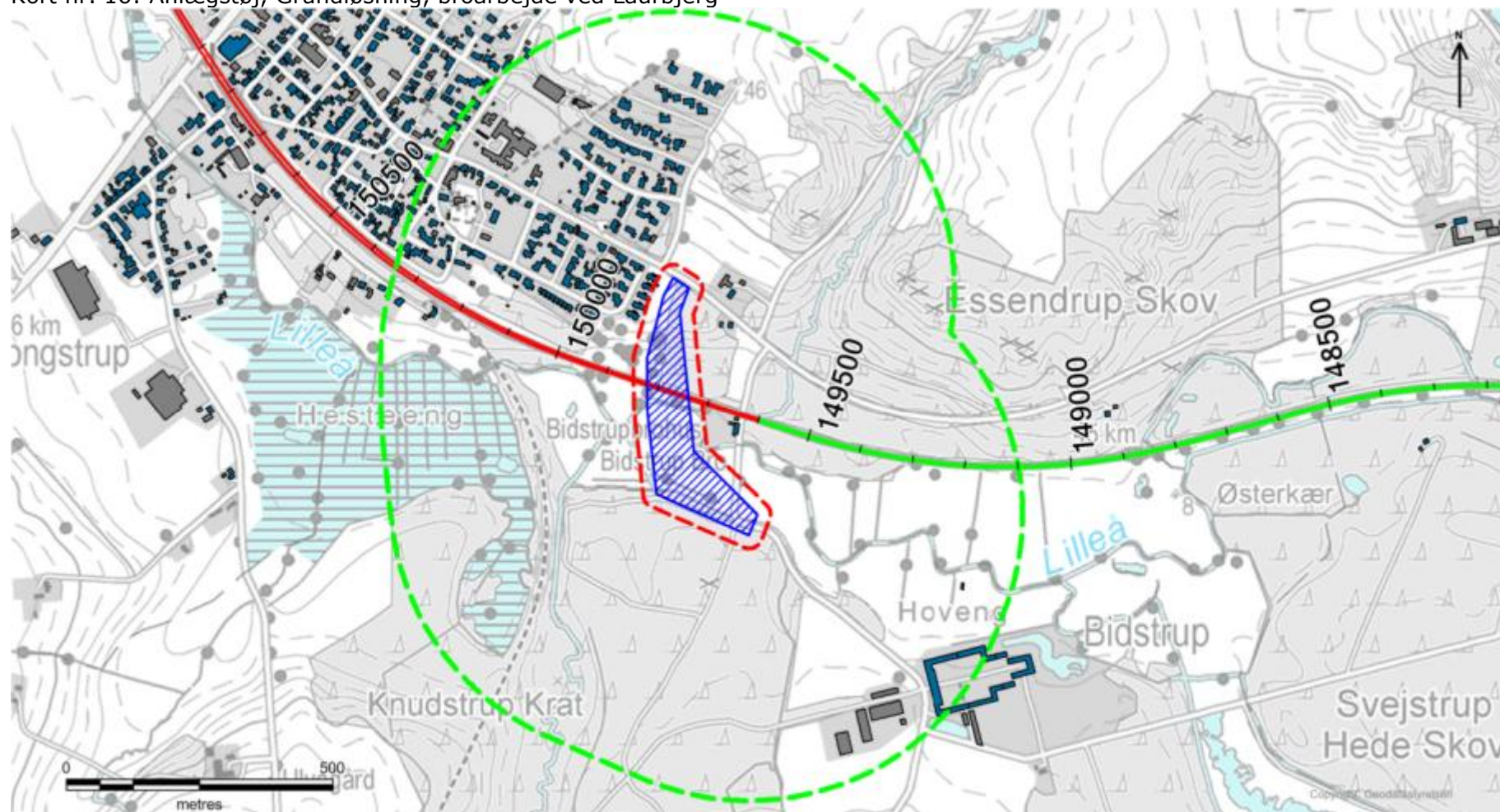


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 15

Projekt	Skema nr.	Udgave
11881428	1:30.000	DV950
Version	Skala	Dato
NRSH	NRSH	01.03.2016



Kort nr. 16: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Laurbjerg



Signaturforklaring

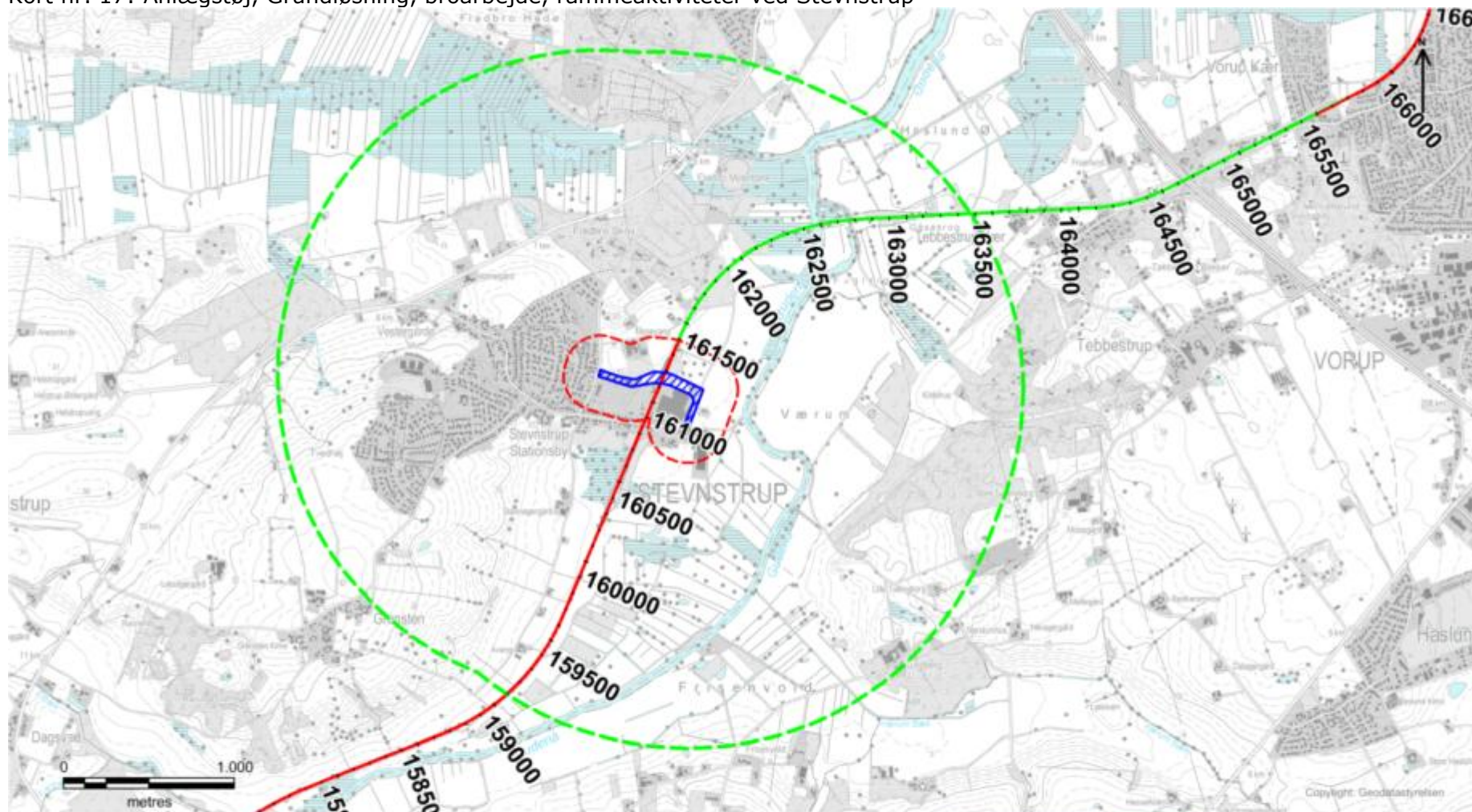
- Arbejdspladsareal
- Broarbejde 40 dB
- Broarbejde 70 dB
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 16

Projekt	1150014228	Skala	1:10.000	Udarbejdet af	DVR20
Udarbejdet af	KRSB	Revideret af	KRSB	Dato	01.03.2016



banedarmark

Kort nr. 17: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Stevnstrup



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

-  Spor med ændringer
-  Spor uden ændringer

 Bygninger

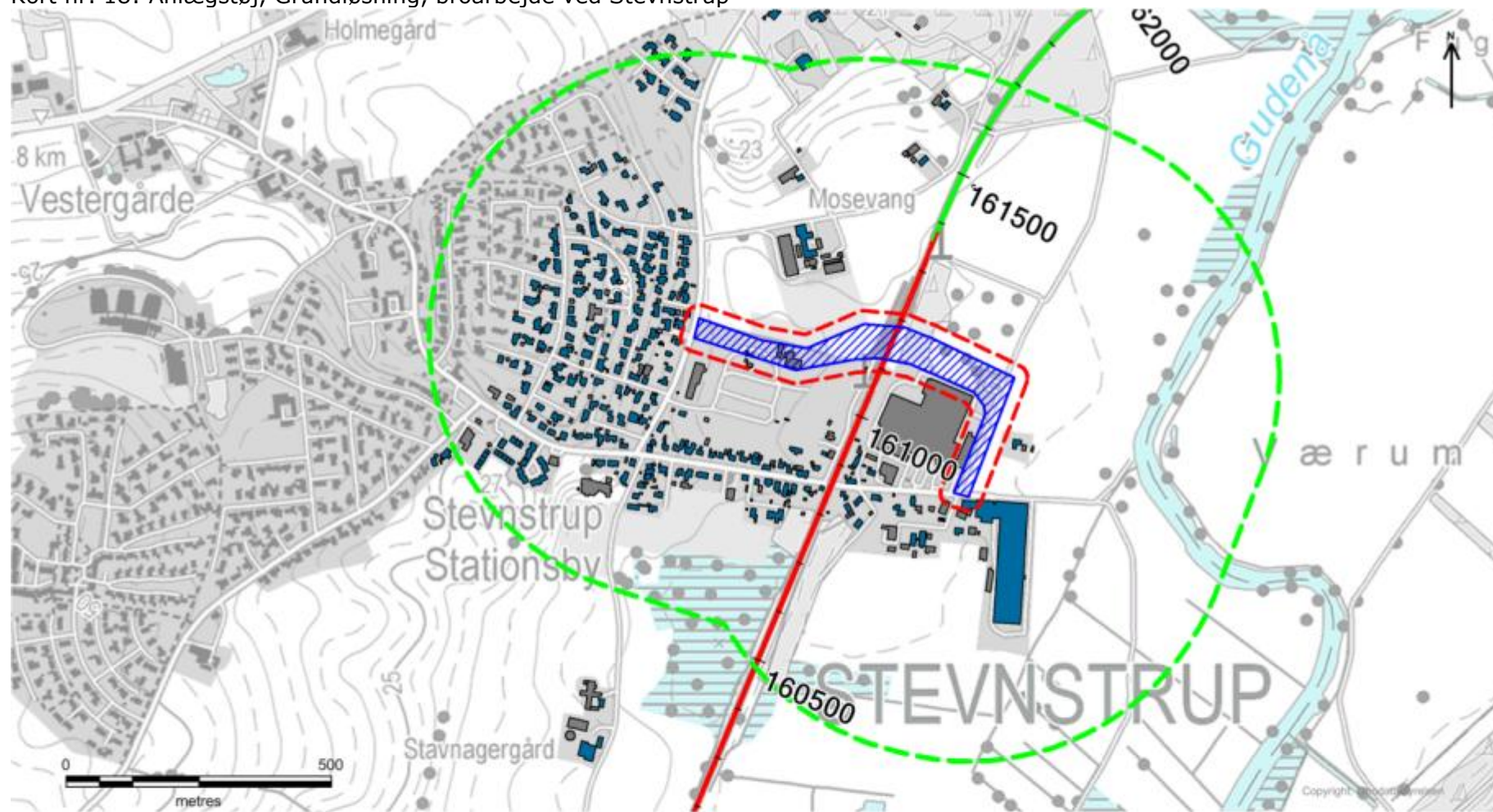


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 17

Projekt	Skala	Udgivelsesdato
119914250	1:25.000	07/2016
Udgiver	Udgivet af	Dato
43591	BDK	01.03.2016



Kort nr. 18: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Stevnstrup



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- Broarbejde 40 dB
- Broarbejde 70 dB
- Spor med ændringer
- Spor uden ændringer
- Støjsfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

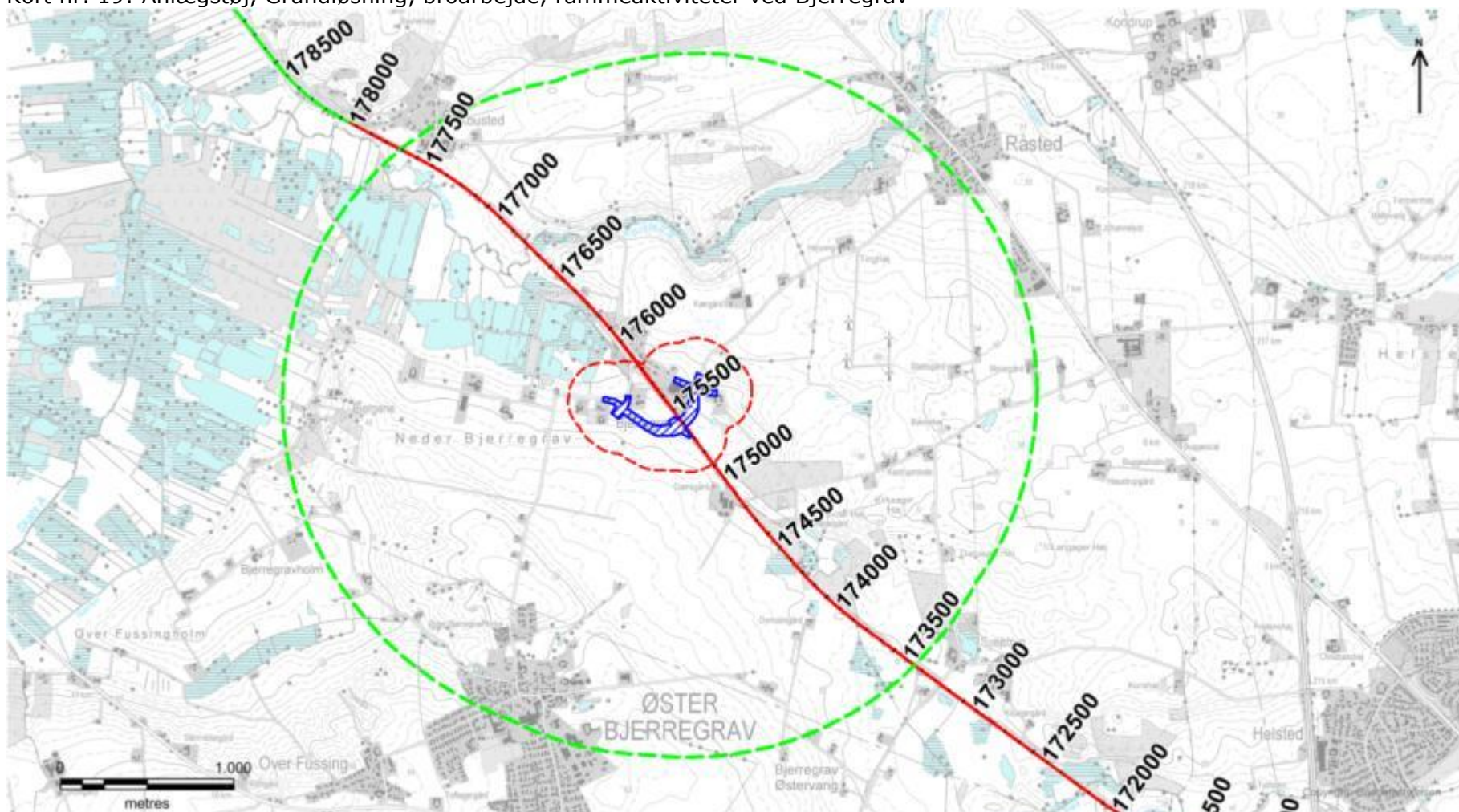


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 18

Projekt	1100014228	Skala	1:10.000	Dato	04/09/2019
Udført af	KRSK	Revideret af	RSK	Dato	01.03.2019



banedanmark

Kort nr. 19: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, rammeaktiviteter ved Bjerregrav



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

-  Spor med ændringer
-  Spor uden ændringer

 Bygninger

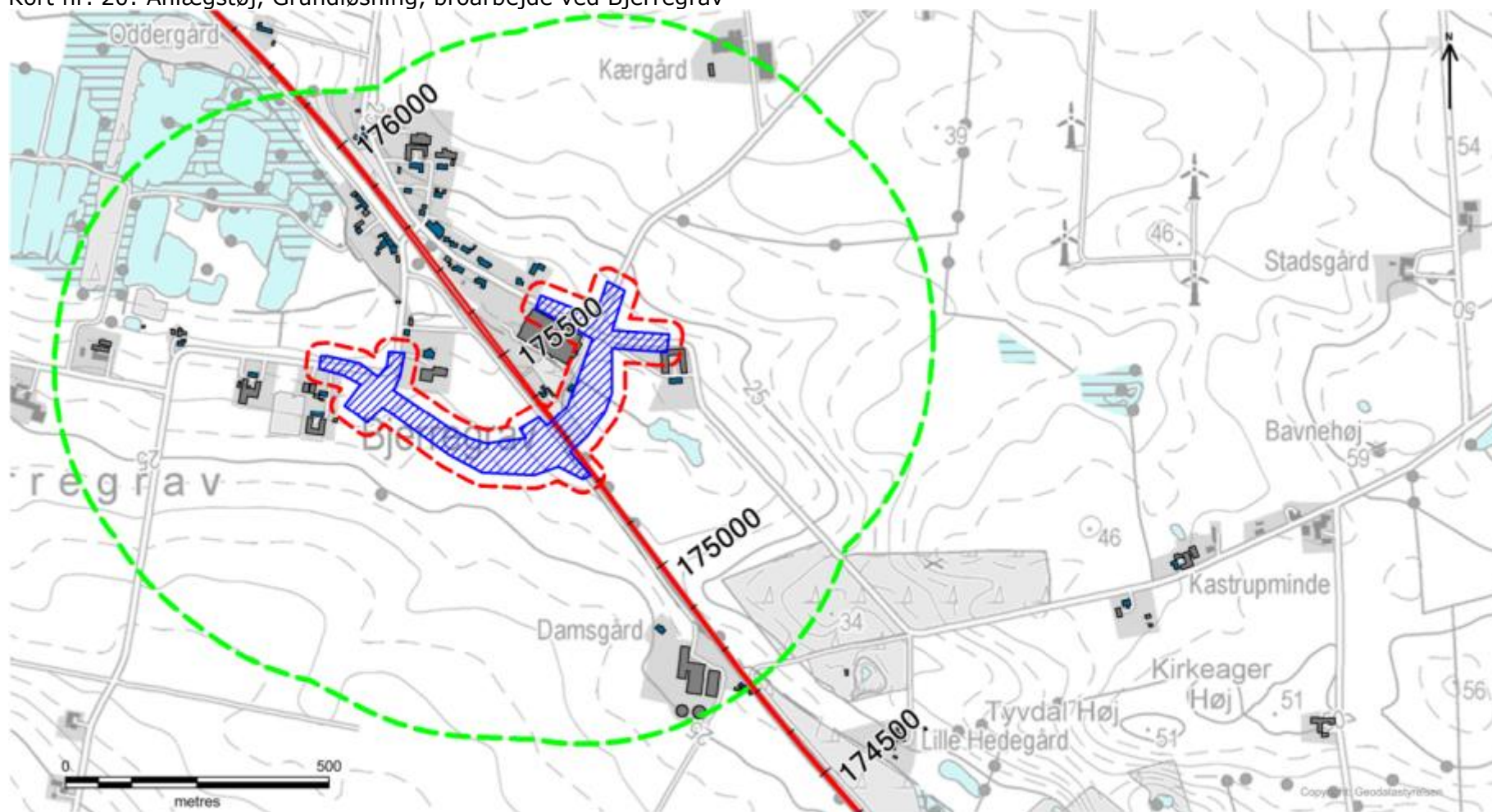


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr.19

banedanmark 

Projekt	1100014220	Skala	1:50.000	Dato	2019
Udarbejdet af	ROK	Revideret af	ROK	Dato	27.03.2019

Kort nr. 20: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Bjerregrav



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Broarbejde 40 dB
- Øvrige bygninger
- Broarbejde 70 dB



Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser

Bilag 4
Støjkort nr. 20

bandedanmark

Side:	Skala:	Dato:
1100014225	1:10.000	201608
Udarbejdet af:	Revideret af:	Dato:
KRSB	RSK	01.03.2016

Kort nr. 21: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, nedrivning ved Kousted



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Nedrivning 40 dB
-  Nedrivning 70 dB

 Spor med ændringer

-  Støjsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

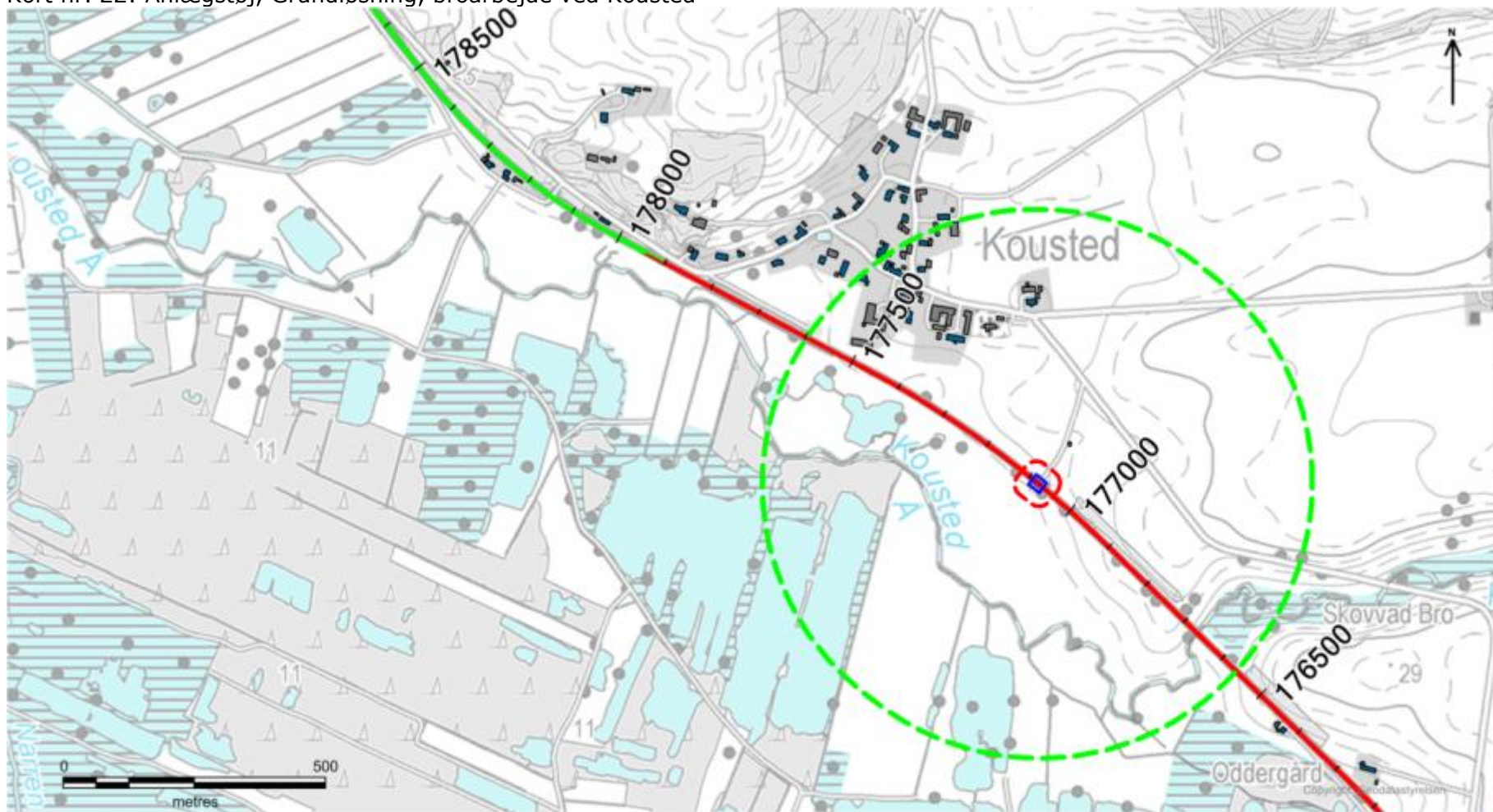


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 21








bane Danmark

Projekt	110014220	Skala	1:10.000	Udgivelsesår	2016
Udarbejdet af	KRSI	Redigeret af	MSW	Dato	01.03.2016

Kort nr. 22: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Kousted



Signaturforklaring

- | | | | | | |
|---|-------------------|---|---------------------|--|-------------------------|
|  | Arbejdspladsareal |  | Spor med ændringer |  | Støjsfølsomme bygninger |
|  | Broarbejde 40 dB |  | Spor uden ændringer |  | Øvrige bygninger |
|  | Broarbejde 70 dB | | | | |

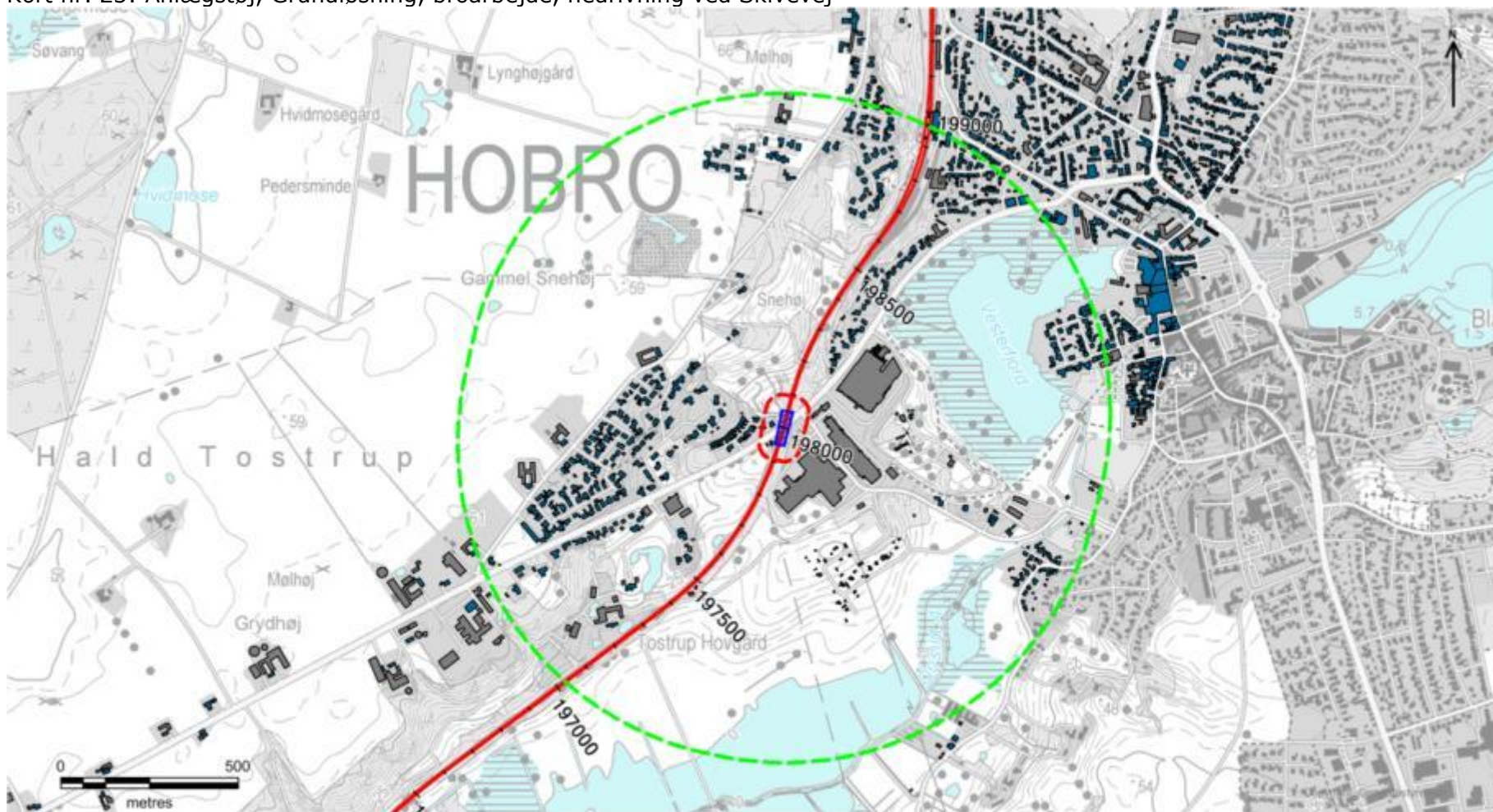


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 22

Projekt	Skala	Format	Dokument
110001428	1:10.000	DWG	DVR90
Udarbejdet af	Planlagt	Dato	
KRSB	NSK	01.03.2016	

banerisikmark 



Kort nr. 23: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde, nedrivning ved Skivevej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Nedrivning 40 dB
-  Nedrivning 70 dB

 Spor med ændringer

-  Støjsfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

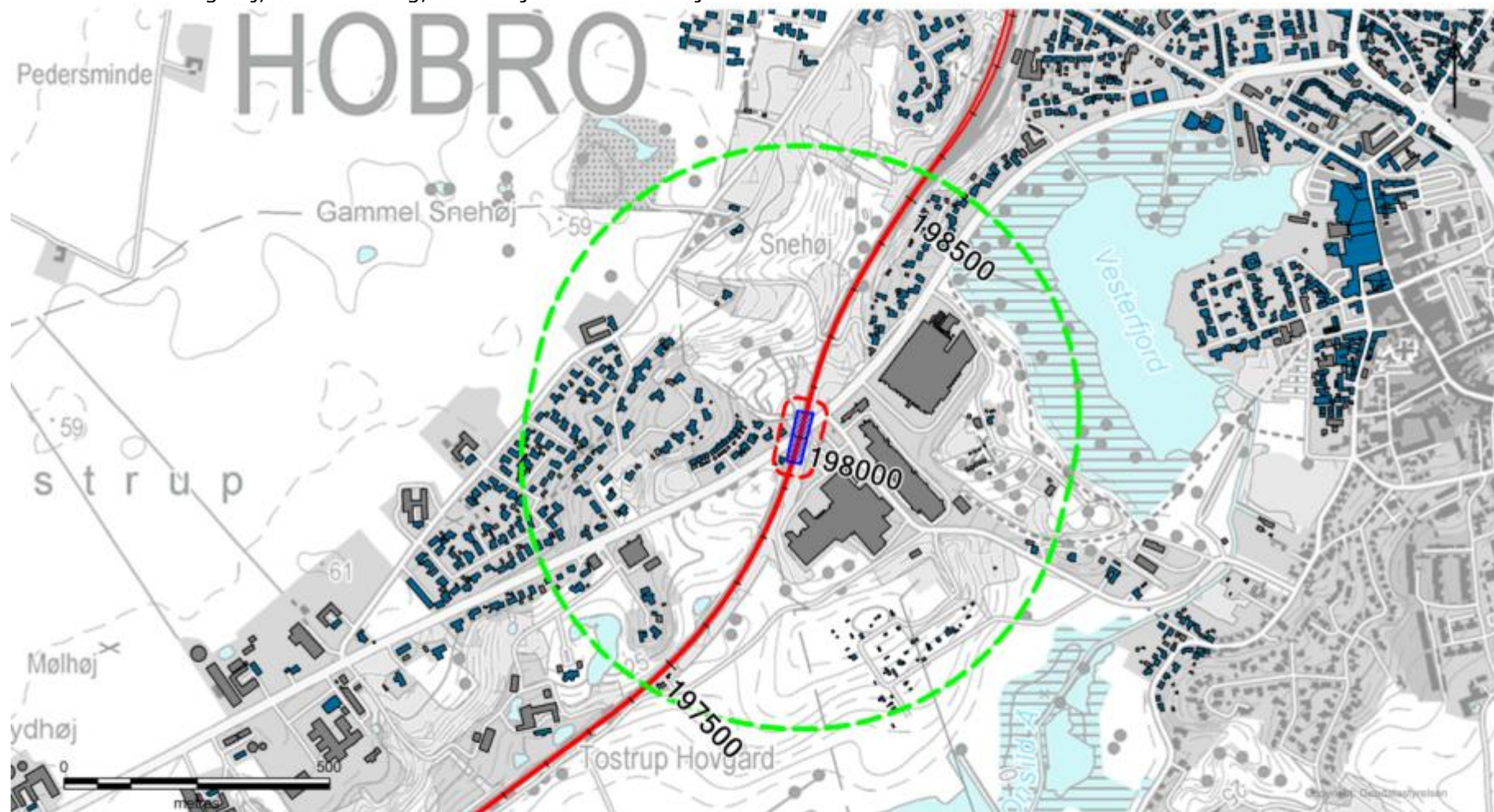


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 23

Projekt	1180014320	Skala	1:10.000	Opdateret	2016
Udført af	MSW	Dato	01.03.2016		

banedanmark 



Kort nr. 24: Anlægstøj, Grundløsning, broarbejde ved Skivevej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Broarbejde 40 dB
-  Broarbejde 70 dB

 Spor med ændringer

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger



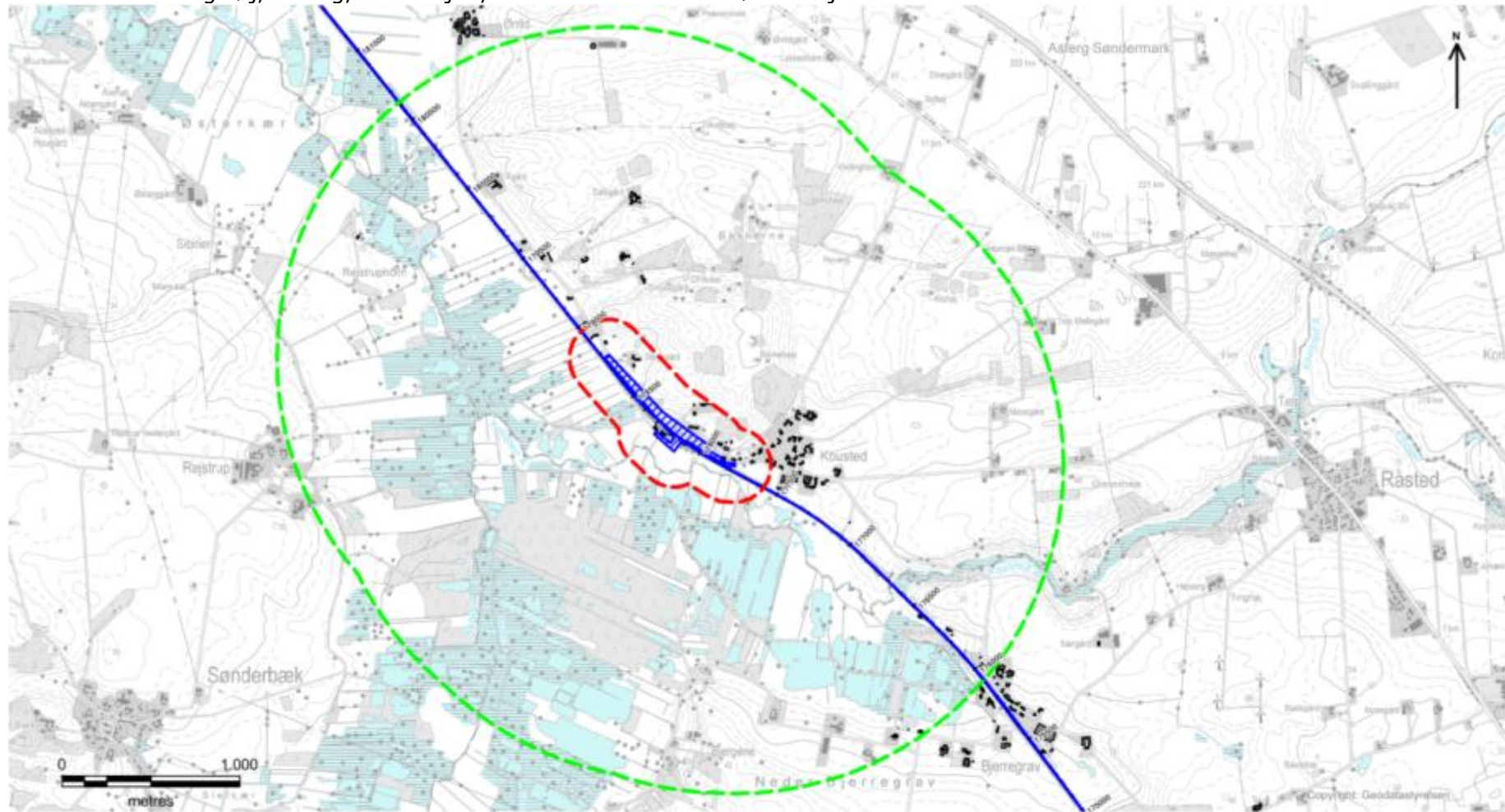
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser

**Bilag 4
Støjkort nr. 24**



Projekt	Hastighedsopgradering	Projektperiode
Dokumentation	1-10.000	Dokumentation
Udarbejdet af	KRS/ML	Dato
Revideret af	MLW	Dato
		01.01.2015



Kort nr. 25: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, rammeaktiviteter ved Ørrildvej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

 Tilvalg

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

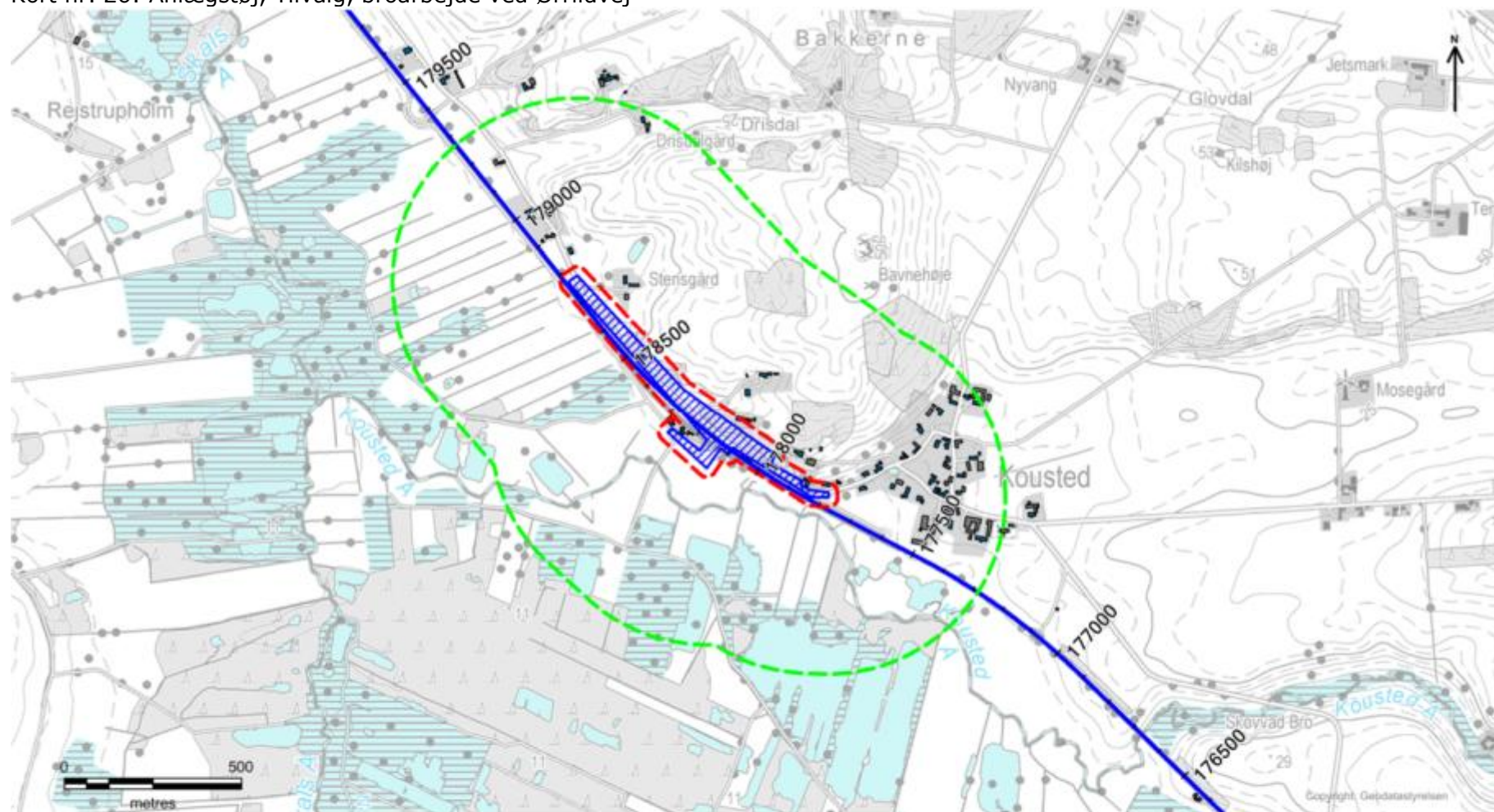


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 25

Projekt 1100014238	Skala 1:25.000	Dokument DVR00
Udarbejdet af KRSB	Arbejd RSM	Dato 01.03.2016



Kort nr. 26: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde ved Ørrildvej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Broarbejde 40 dB
-  Broarbejde 70 dB

 Tilvalg

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

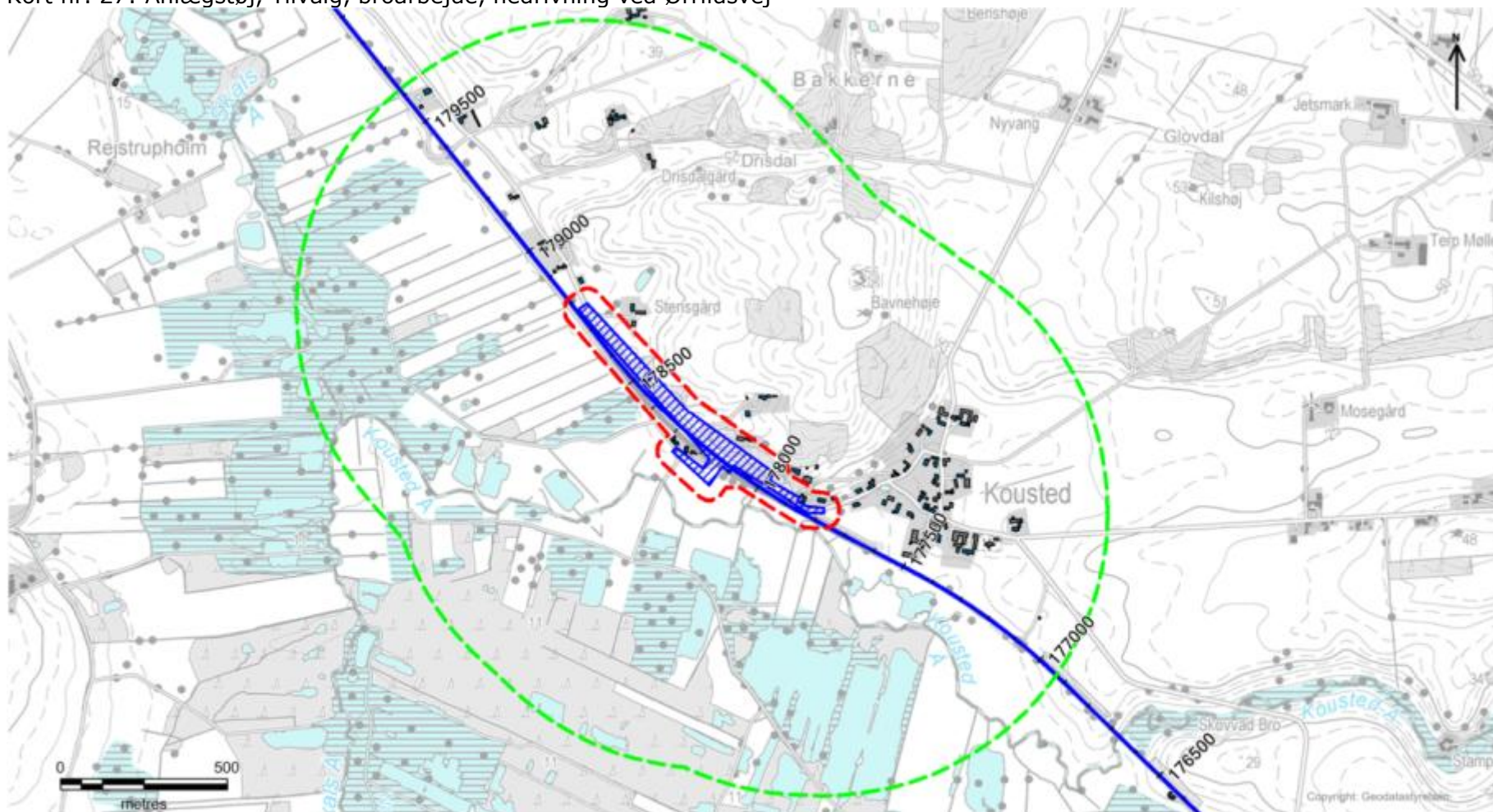


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 26

banedanmark

Projekt	1100014230	Skala	1:15.000	Dokument	DVR00
Udarbejdet af	KRSB	Arbejdet af	RSB	Dato	01.03.2016

Kort nr. 27: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, nedrivning ved Ørrildsvej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Tilvalg
-  Støjfølsomme bygninger
-  Nedrivning 40 dB
-  Nedrivning 70 dB
-  Øvrige bygninger

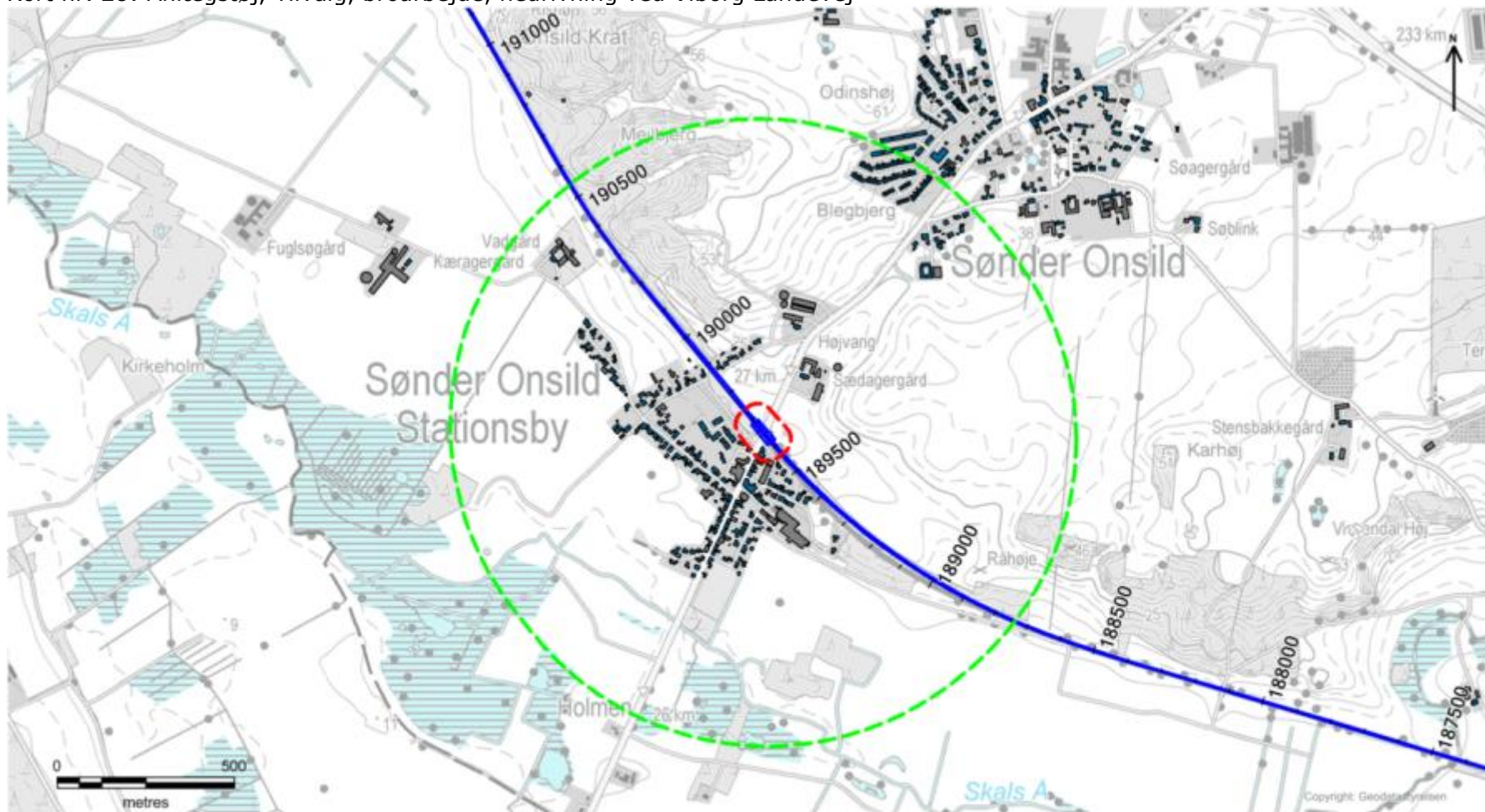


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 27

Projekt	Skala	Størrelse
110014220	1:10.000	27x900
Udarbejdet af	Revideret af	Dato
KRSH	RSK	01.03.2018



Kort nr. 28: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, nedrivning ved Viborg Landevej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Nedrivning 40 dB
-  Nedrivning 70 dB

 Tilvalg

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

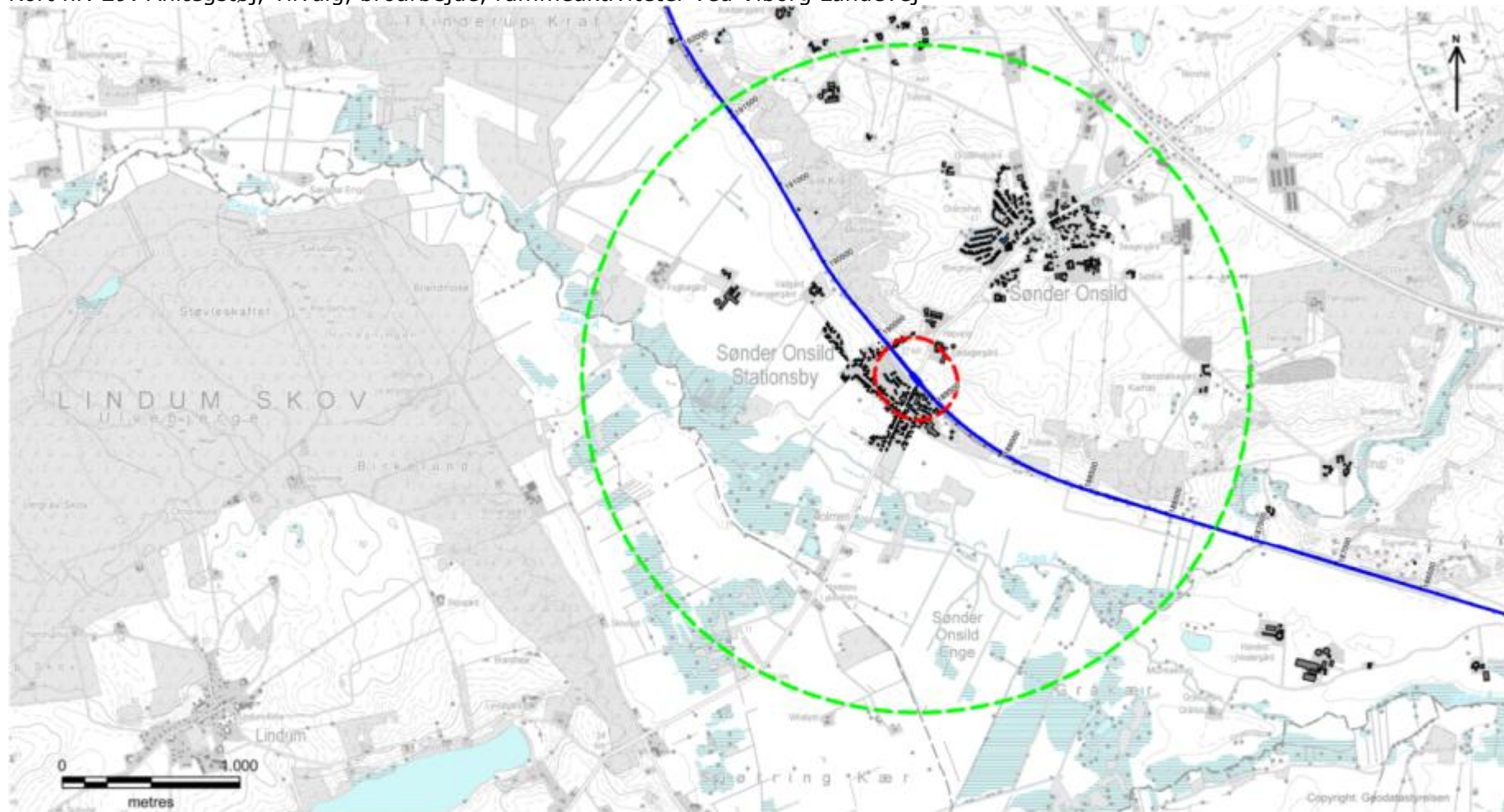


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 28




Mappe	Skala	Projekt
1100014228	1:15.000	DV906
Udarbejdet	Revideret	Dato
KRSH	RSK	01.03.2016





Kort nr. 29: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde, rammeaktiviteter ved Viborg Landevej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Ramning 40 dB
-  Ramning 70 dB

 Tilvalg

-  Støjsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

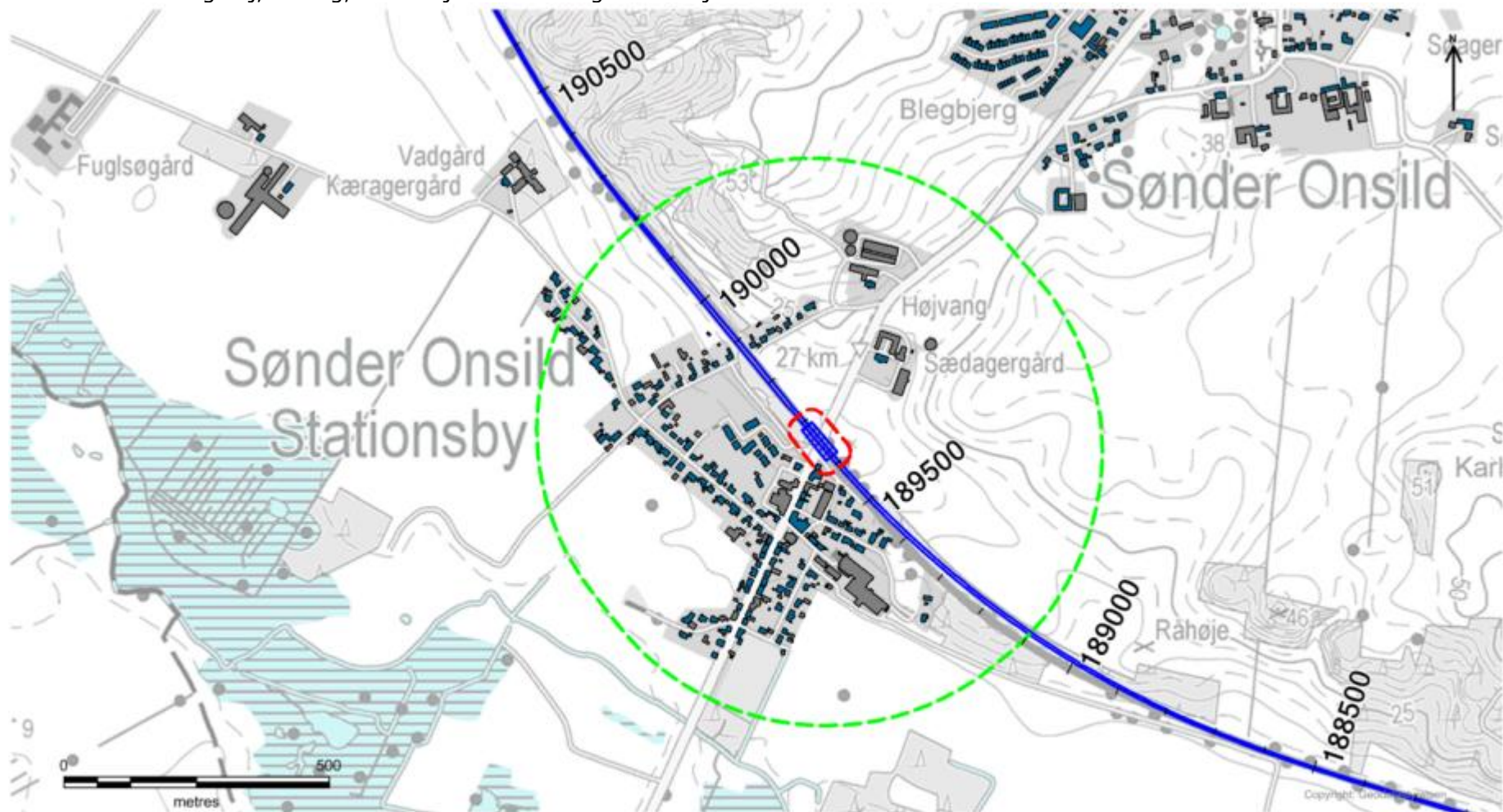


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 29

banedanmark 

Projekt	Skala	Udarbejdet af
1100014220	1:30.000	DV/MS
Udarbejdet af	Revideret af	Dato
KRSB	RSK	01.01.2016

Kort nr. 30: Anlægstøj, Tilvalg, broarbejde ved Viborg Landevej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Broarbejde 40 dB
-  Broarbejde 70 dB

 Tilvalg

-  Støjsfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

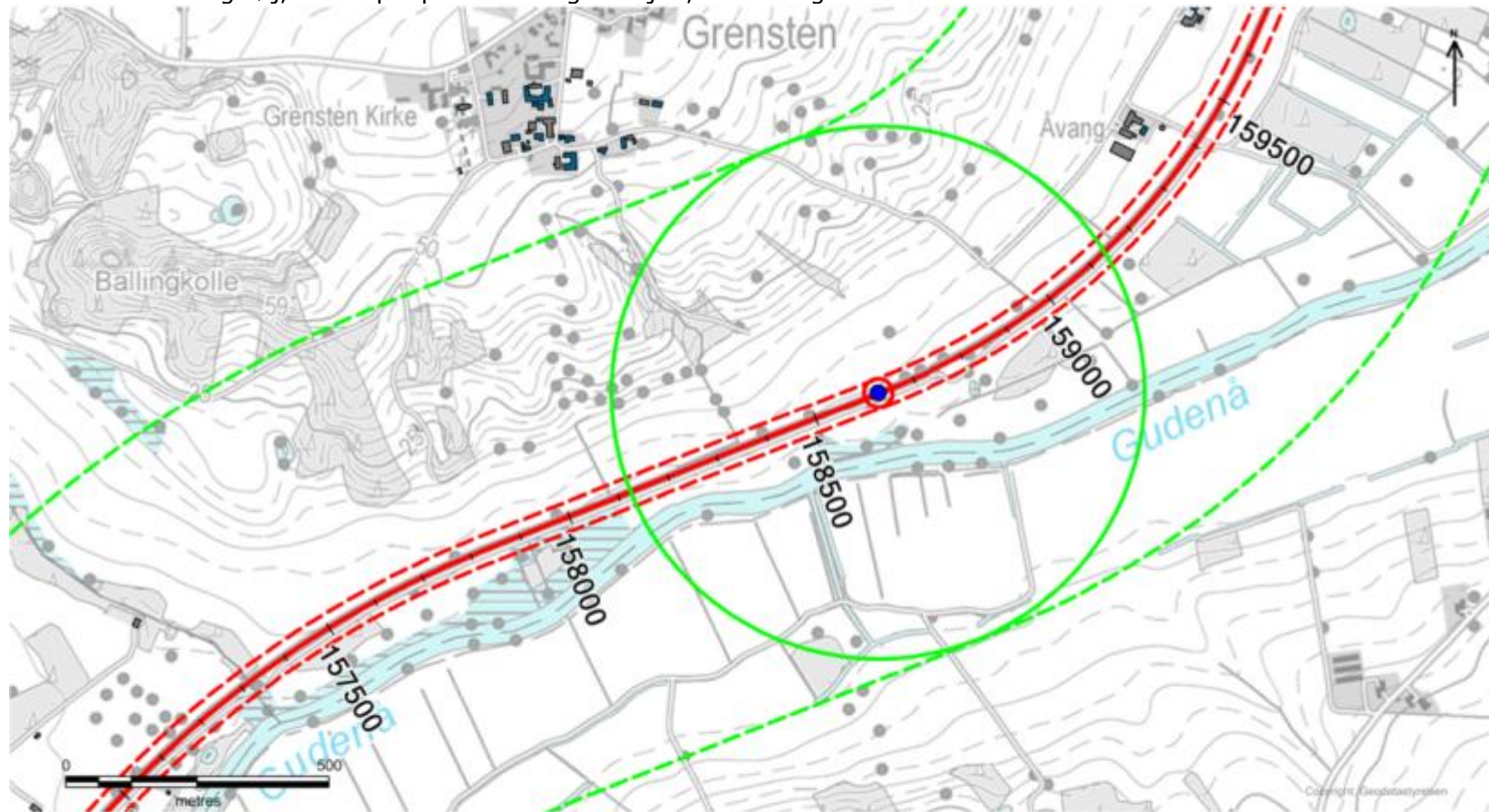


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 30

banedanmark 

Projekt	Bilagsnr.	Udgave
110004220	1.10.000	01/05/2015
Udarbejdet af	Godkendt af	Dato
KW/SK	RSK	01.03.2015

Kort nr. 31: Anlægstøj, eksempel på strækningsarbejde, strækning 4



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- - - Strækningsarbejde 40 dB
- - - Strækningsarbejde 70 dB
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 31

Projekt	1100014220	1:10.000	OV/RSK
Udarbejdet af	KR/SK	RSK	04.04.2010

banedømmark

Eksempel støj fra sporrelateret anlægsarbejde, der gennemføres på næsten hele strækningen. Den fuldt optrukne signaturer (rød og grøn cirkel) omkranser de områder, der vil blive udsat for støj over henholdsvis 40 dB (grøn) og 70 dB (rød) fra sporrelateret anlægsarbejde. Arbejderne vil imidlertid flytte sig langs banestrækningen. De stiplede signaturer afgrænser derfor de områder, der på et tidspunkt i løbet af anlægsfasen kan blive udsat for støj over henholdsvis 40 og 70 dB, når arbejdet passerer.

Kort nr. 32: Anlægstøj, eksempel på strækingsarbejde, strækning 5a



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- - - Strækingsarbejde 40 dB
- - - Strækingsarbejde 70 dB
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger



Eksempel støj fra sporrelateret anlægsarbejde, der gennemføres på næsten hele strækningen. Den fuldt optrukne signaturer (rød og grøn cirkel) omkranser de områder, der vil blive udsat for støj over henholdsvis 40 dB (grøn) og 70 dB (rød) fra sporrelateret anlægsarbejde. Arbejderne vil imidlertid flytte sig langs banestrækningen. De stiplede signaturer afgrænser derfor de områder, der på et tidspunkt i løbet af anlægsfasen kan blive udsat for støj over henholdsvis 40 og 70 dB, når arbejdet passerer.

Kort nr. 33: Anlægstøj, eksempel på strækingsarbejde, strækning 6a



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- Spor med ændringer
- Strækingsarbejde 40 dB
- Strækingsarbejde 70 dB
- Støjfelsomme bygninger
- Øvrige bygninger



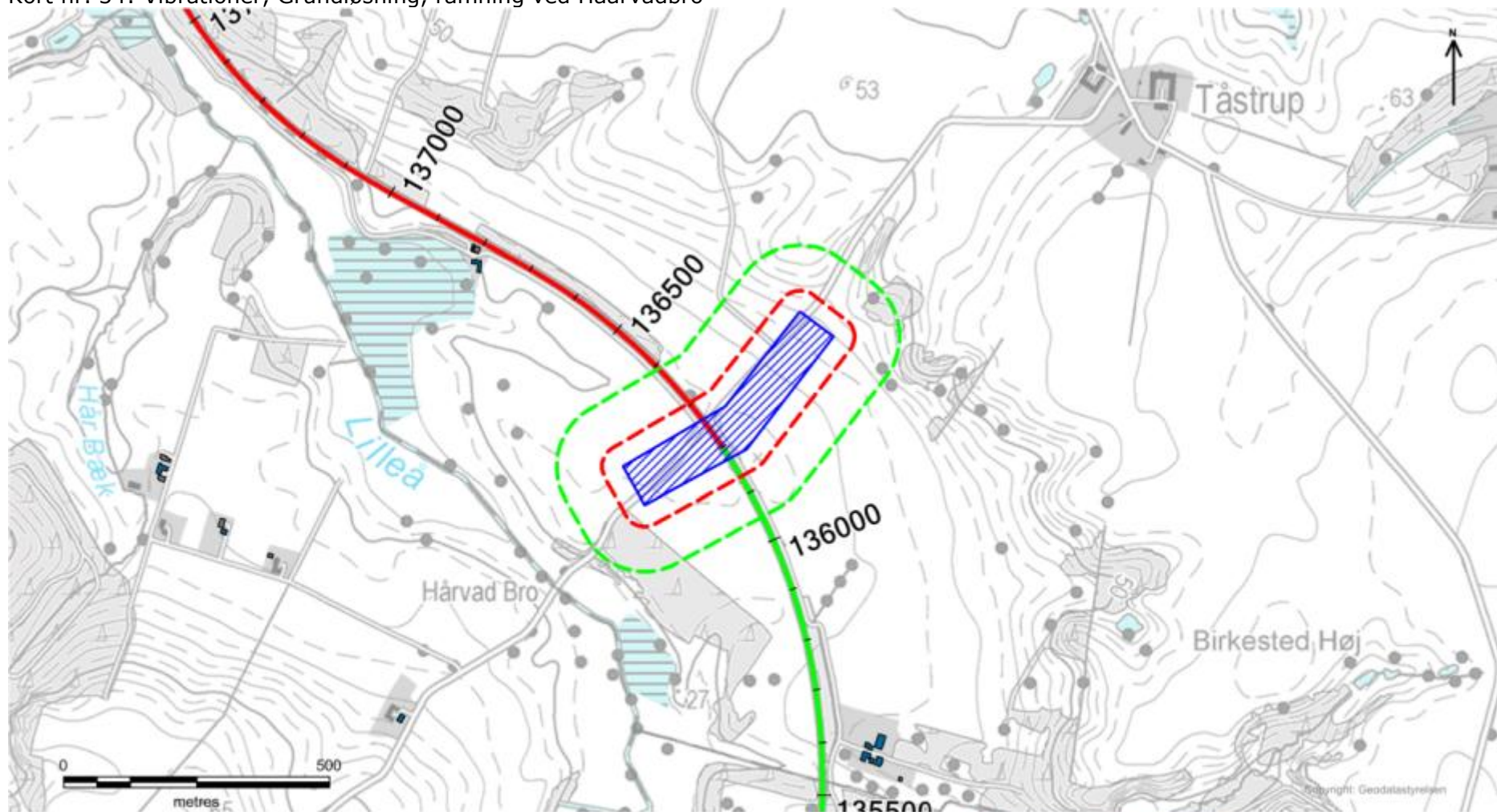
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
 Bilag 4
 Støjkart nr. 33

1:100014226	1:100.000	DW000
K0301	ROK	04.04.2015

bane Danmark



Eksempel støj fra sporrelateret anlægsarbejde, der gennemføres på næsten hele strækningen. Den fuldt optrukne signaturer (rød og grøn cirkel) omkranser de områder, der vil blive udsat for støj over henholdsvis 40 dB (grøn) og 70 dB (rød) fra sporrelateret anlægsarbejde. Arbejderne vil imidlertid flytte sig langs banestrækningen. De stiplede signaturer afgrænser derfor de områder, der på et tidspunkt i løbet af anlægsfasen kan blive udsat for støj over henholdsvis 40 og 70 dB, når arbejdet passerer.



Kort nr. 34: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Haarvadbro



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Bygningskadelige vibrationer
-  Mærkbare vibrationer

-  Spor med ændringer
-  Spor uden ændringer

-  Støjfelsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

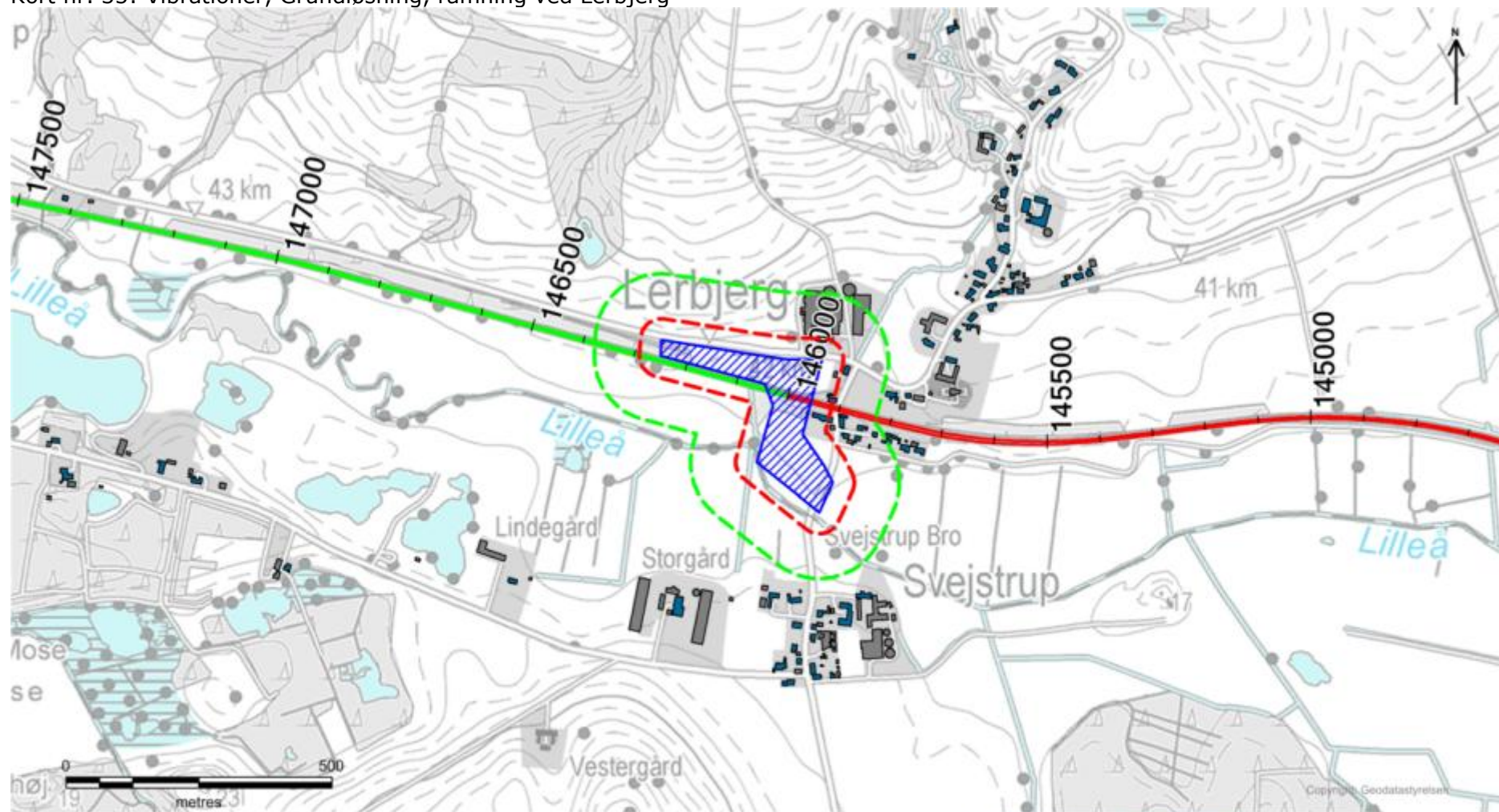


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 34

bandedanmark

Projekt 1180014220	Skala 1:10.000	Indhold DVR006
Udarbejdet af KRS4	Revideret af KRS4	Dato 31.03.2016

Kort nr. 35: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Lerbjerg



Signaturforklaring

- | | | | | | |
|---|------------------------------|---|---------------------|--|------------------------|
|  | Arbejdspladsareal |  | Spor med ændringer |  | Støjfølsomme bygninger |
|  | Bygningskadelige vibrationer |  | Spor uden ændringer |  | Øvrige bygninger |
|  | Mærkbare vibrationer | | | | |

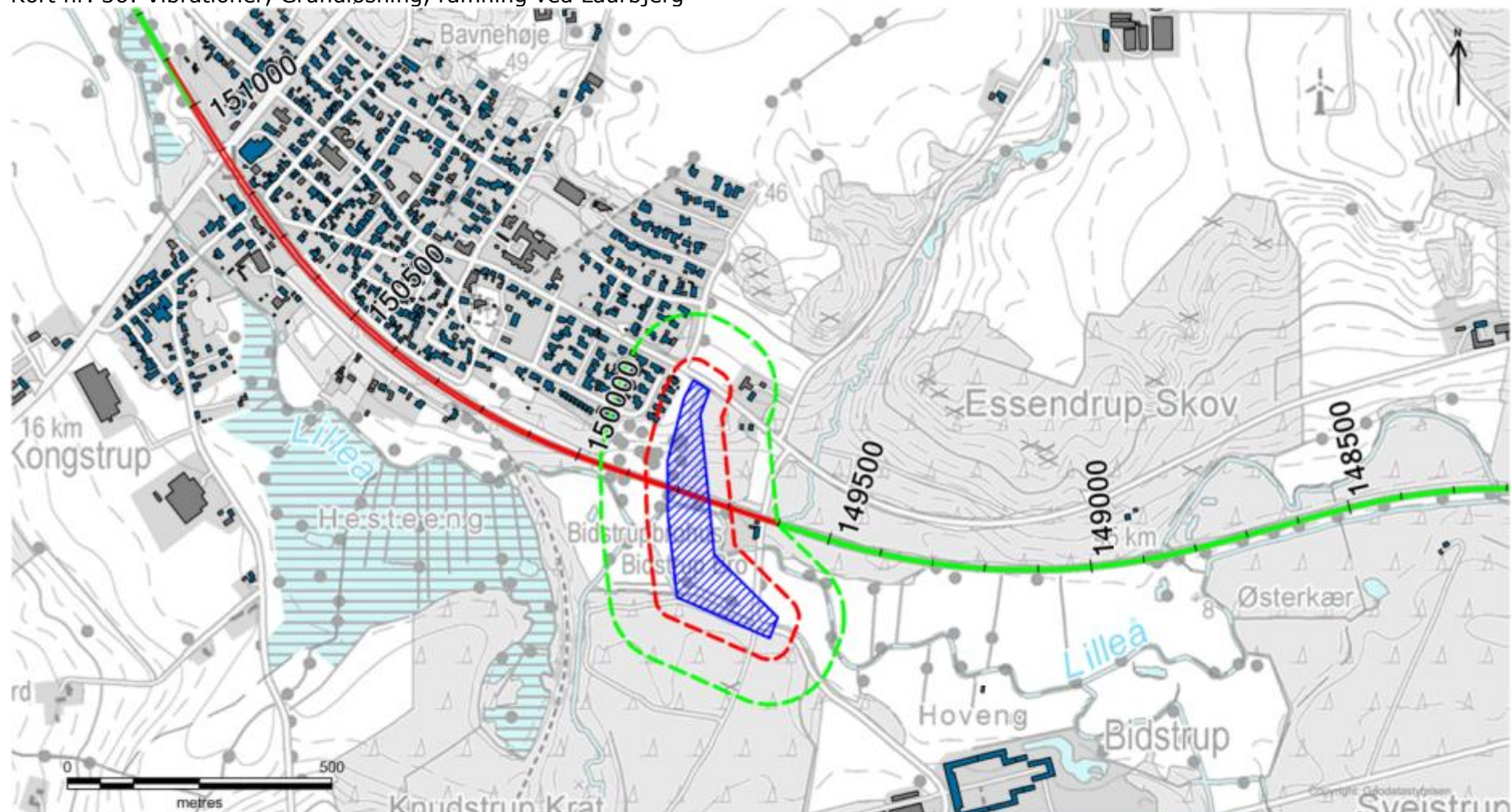


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
 Bilag 4
 Støjkort nr. 35

Projekt	Skala	Udgivelsesår
1180814220	1:18.000	DVRS6
Udgiver	Forfatter	Dato
KRDP	RSK	01.03.2016



Kort nr. 36: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Laurbjerg



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- Bygningskadelige vibrationer
- Mærkbare vibrationer
- Spor med ændringer
- Støjfølsomme bygninger
- Øvrige bygninger

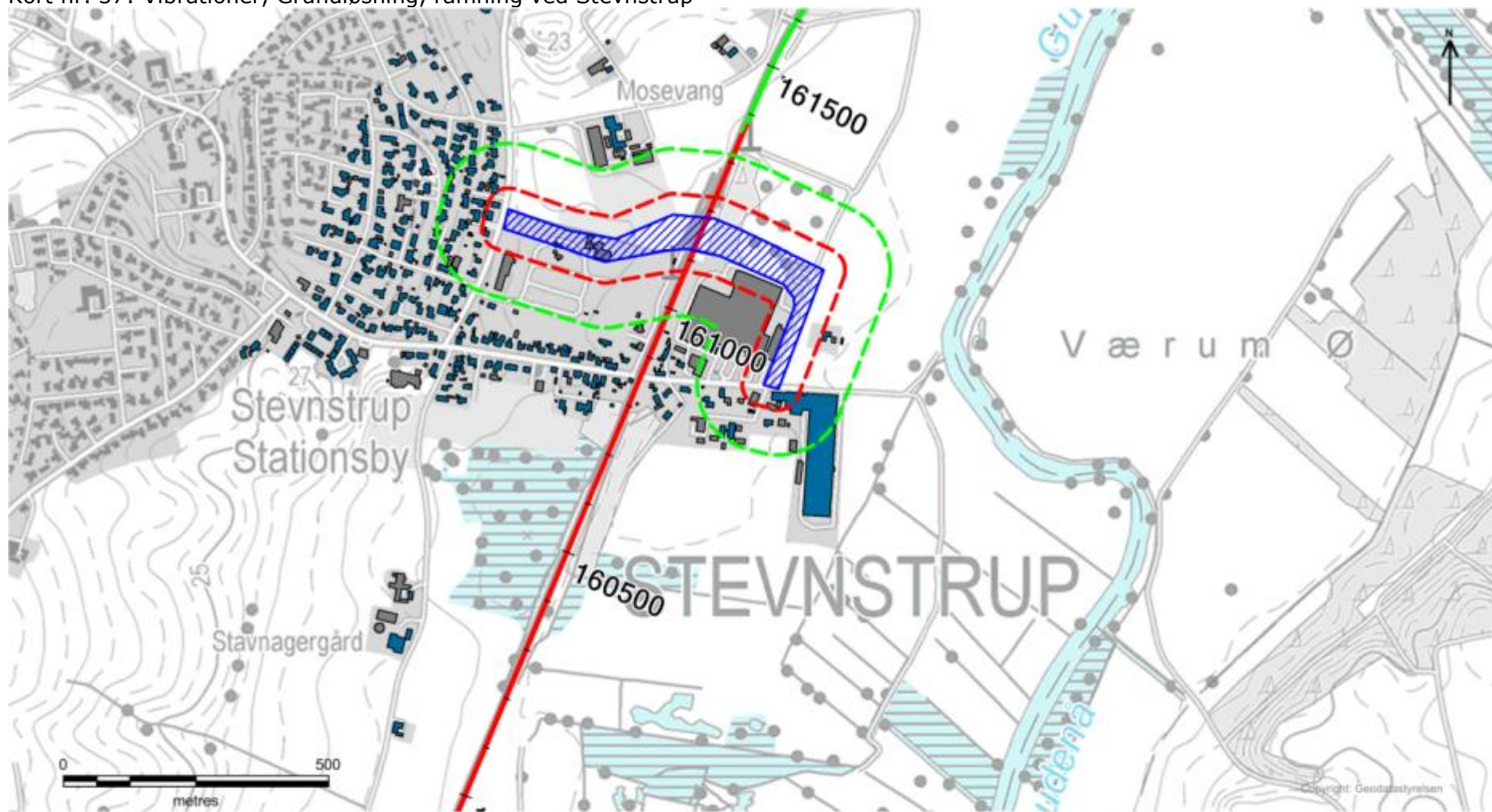


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkart nr. 36

Projekt	Skala	Udarbejdet af
1100014220	1:50.000	EDV90
Udarbejdet af	Revideret af	Dato
KRS1	RSK	01.03.2016

banedanmark

Kort nr. 37: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Stevnstrup



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Bygningskadelige vibrationer
-  Mærkbare vibrationer

 Spor med ændringer

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger



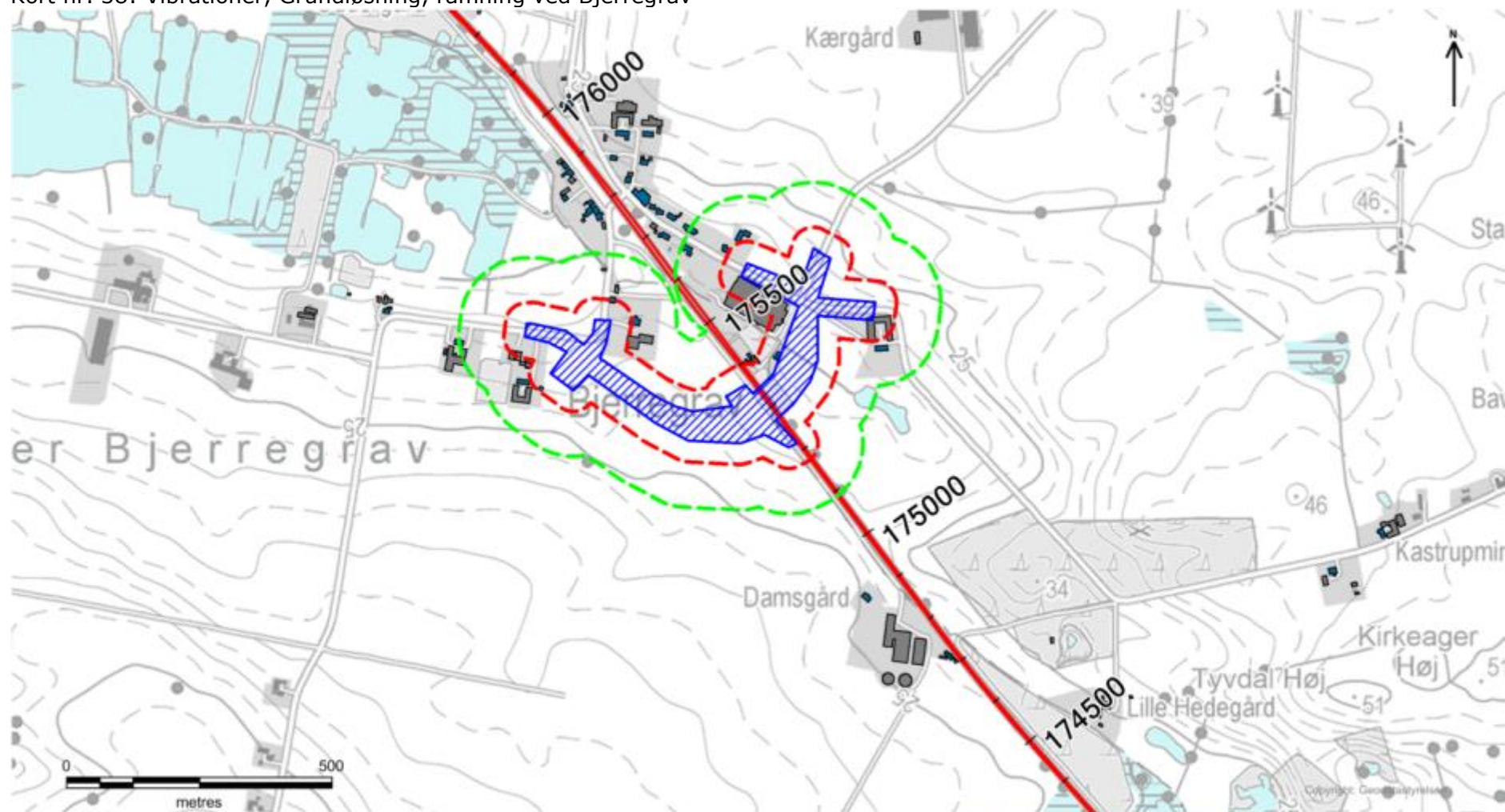
Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 37

banedanmark

Projekt	Skæbnevej	Stationsnummer
118014220	1-13.000	DV100
Udarbejdet af	Revideret af	Dato
KSDP	RSK	01.03.2016




Kort nr. 38: Vibrationer, Grundløsning, ramning ved Bjerregrav



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Bygningskadelige vibrationer
-  Mærkbare vibrationer

 Spor med ændringer

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger

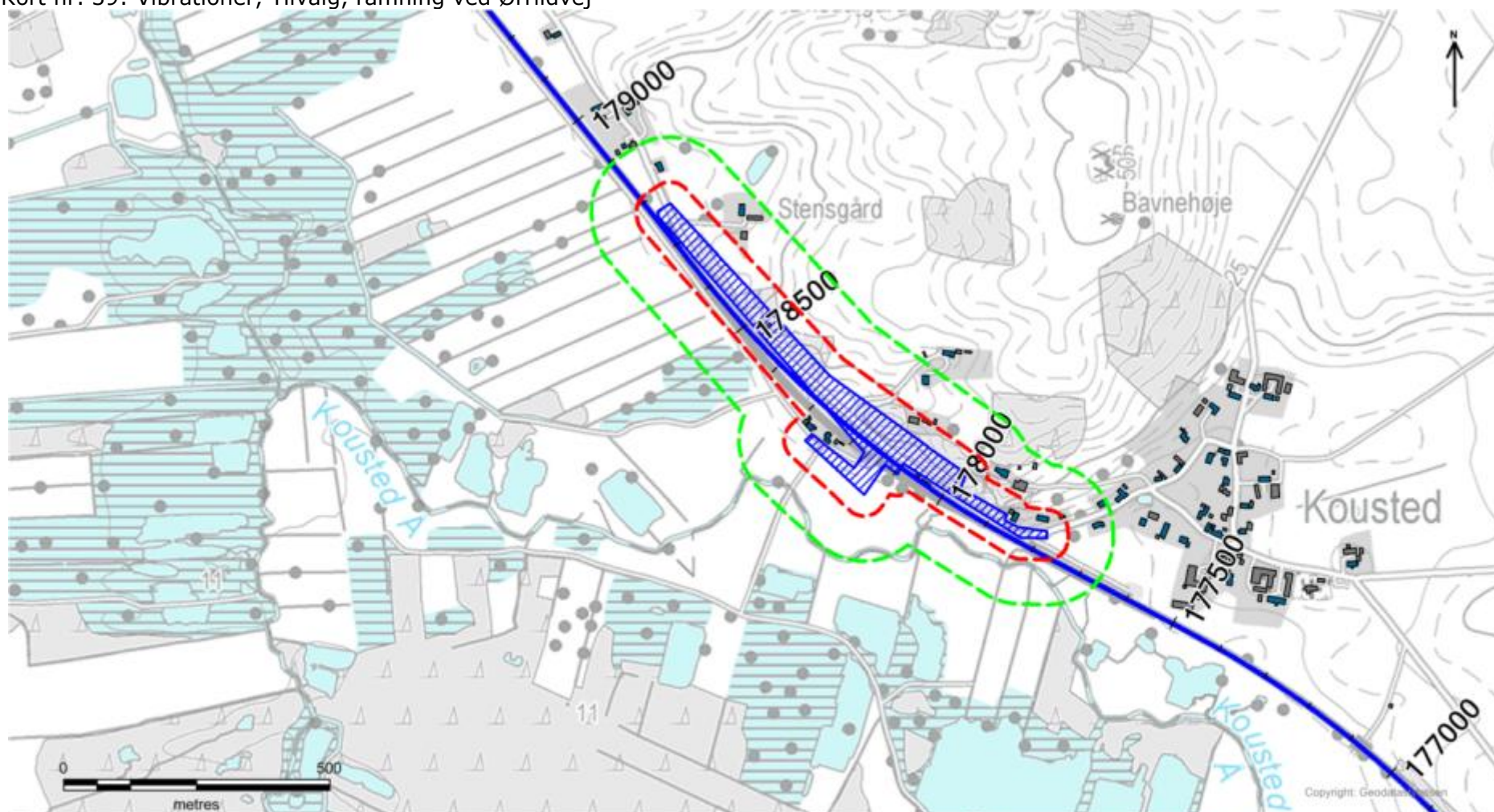


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser Bilag 4 Støjkort nr. 38

banedanmark

Projekt	Støjkort	Udgivelsesdato
1160014220	1160008	01/08/2016
Udarbejdet af	Revideret af	Dato
KRS/1	KRS/1	31.03.2016

Kort nr. 39: Vibrationer, Tilvalg, ramning ved Ørrildvej



Signaturforklaring

- Arbejdspladsareal
- Spor med ændringer
- Støjsfølsomme bygninger
- Bygningskadelige vibrationer
- Mærkbare vibrationer
- Øvrige bygninger

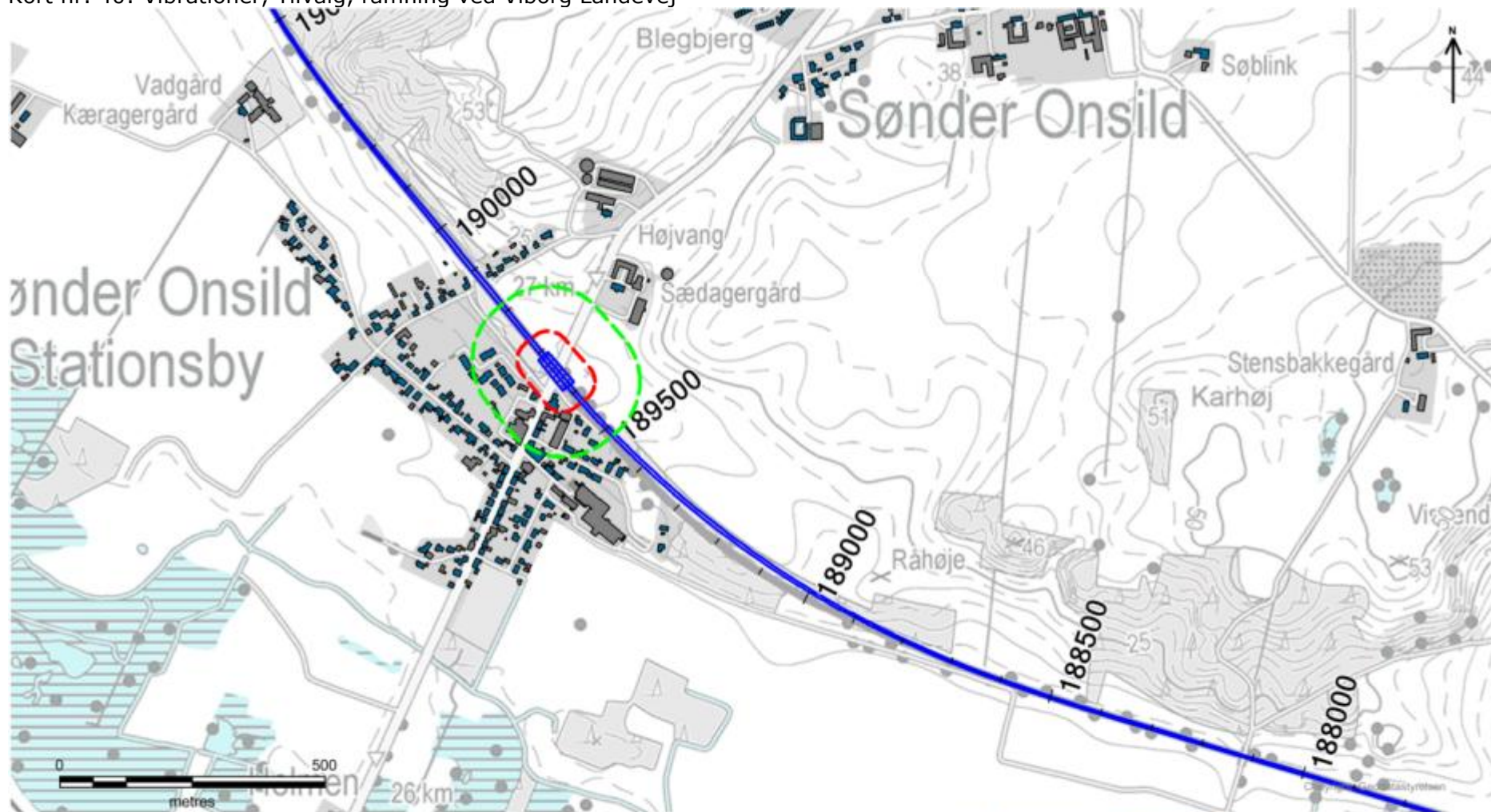


Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 39

bandedanmark

Projekt 1100014220	Målestok 1:10.000	Dokument 04/090
Udarbejdet af KASH	Kontrol MBK	Dato 01.03.2015



Kort nr. 40: Vibrationer, Tilvalg, ramning ved Viborg Landevej



Signaturforklaring

-  Arbejdspladsareal
-  Bygningskadelige vibrationer
-  Mærkbare vibrationer

 Spor med ændringer

-  Støjfølsomme bygninger
-  Øvrige bygninger



Hastighedsopgradering mellem Aarhus og Hobro - Miljøundersøgelser
Bilag 4
Støjkort nr. 40



Projekt	1100014226	Skala	1:10.000	Forberedt af	DV/RSB
Udarbejdet af	KJSH	Kontrolleret af	KJSH	Dato	01.03.2016