

# Hastighedsopgradering Østfyn

Baggrundsrapport

Støj og vibrationer i anlægs- og driftsfasen

Februar 2021

Udgivelsesdato: 11 Februar 2021

Vores reference: 22.4223.01

Dokument nr.: T2.001.21 – version 1

Udarbejdet: Thomas H. Olsen / Hans Bjerregaard

Kontrolleret: Thomas H. Olsen

# Støj og vibrationer

	<b>Indhold</b>	<b>Side</b>
<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Ikke-teknisk resumé</b>	<b>6</b>
2.1	Anlægsfasen	6
2.1.1	Støj i anlægsfasen	6
2.1.2	Vibrationer i anlægsfasen	9
2.2	Driftsfasen	10
2.2.1	Støj i driftsfasen	10
2.2.2	Vibrationer i driftsfasen	12
<b>3</b>	<b>Hvad er støj</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Lovgrundlag</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Metode</b>	<b>17</b>
5.1	Grænseværdier for støj og vibrationer i anlægsfasen	17
5.1.1	Støj	17
5.1.2	Vibrationer	18
5.2	Grænseværdier for støj i driftsfasen	19
5.3	Grænseværdier for vibrationer i driftsfasen	20
5.4	Støj og vibrationer i anlægsfasen	20
5.4.1	Grundlag for vurdering af støj i anlægsfasen	21
5.4.2	Grundlag for vurdering af vibrationer i anlægsfasen	25
5.5	Støj i driftsfasen	26
5.5.1	Støjbelastede boliger	27
5.5.2	Støjbelastningstal	28
5.5.3	Togtyper	29
5.5.4	Beregningsmodel	33
5.5.5	Kriterium for støjskærme	35
5.6	Vibrationer i driftsfasen	35
5.6.1	Kildedel, trafik og spor	36
5.6.2	Udbredelse, geologiske forhold	36
5.6.3	Modtagerforhold, bygningstyper og dækresonans	36
5.6.4	Afværgeforanstaltninger	37
5.6.5	Hastighedsgrundlag	38
5.6.6	Grænseværdiafstande, mærkbare vibrationer	38
<b>6</b>	<b>Dagens situation</b>	<b>40</b>
6.1	Støj i driftsfasen	40
6.2	Vibrationer i driftsfasen	42
<b>7</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger</b>	<b>43</b>
7.1	Miljøpåvirkning i anlægsfasen	43

7.1.1	Støj i anlægsfasen	43
7.1.2	Vibrationer i anlægsfasen	49
7.2	Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen	50
7.2.1	Støj	50
7.2.2	Vibrationer	51
<b>8</b>	<b>Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen – varige påvirkninger</b>	<b>52</b>
8.1.1	Støjpåvirkninger i driftsfasen	52
8.1.2	Vibrationspåvirkning i driftsfasen	53
8.2	Konsekvensvurdering	55
8.2.1	Støj	55
8.2.2	Vibrationer	56
8.3	Afværgeforanstaltninger	56
8.3.1	Støj	56
8.3.2	Vibrationer	58
<b>9</b>	<b>Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne</b>	<b>59</b>
<b>10</b>	<b>Referencer</b>	<b>60</b>
<b>11</b>	<b>Akustiske begreber</b>	<b>61</b>

# 1 Indledning

Denne baggrundsrapport er udarbejdet for Banedanmark af Sweco Danmark og beskriver de støj- og vibrationsmæssige konsekvenser ved at hastighedsopgradere banestrækningen mellem Nyborg og Odense så det er muligt, at køre op til 200 km/t. I undersøgelsen indgår projektforslaget for den hastighedsopgraderede situation med trafikgrundlag år 2030 og dagens situation med trafikgrundlag for 2020.

Rapporten belyser desuden støj- og vibrationsforhold under anlægsfasen på et overordnet niveau.

Følgende situationer danner grundlag for undersøgelse af de støj- og vibrationsmæssige forhold i driftsfasen og anlægsfasen.

## **Dagens situation**

Dagens situation beskriver de støj- og vibrationsmæssige konsekvenser for den eksisterende situation og en trafikmængde for år 2020.

Strækningshastigheden for dagens situation er 180 km/t. Det oplyste trafikgrundlag for 2020 er identisk med Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsens grundlag for 2014.

## **Hastighedsopgradering 2030**

Strækningen fra Nyborg til Odense hastighedsopgraderes til 200 km/t (km 132,950 – 159,900) gennem mindre spormæssige justeringer.

Hastighedsopgraderingen suppleres med sporfornyelse ved Nyborg km 132,500 – 132,950 og ved Odense km 159,000 – 161,800.

Overordnet er der tale om mindre justeringer af sporet. Største justering er venstre spor ved Langeskov station, hvor sporet flyttes op til ca. 3,4 m tættere på højre spor. Ved et antal broer udføres sporsænkning på op ca. 50 cm. Det trafikale grundlag for den hastighedsopgraderede undersøgelse repræsenterer år 2030, hvor det forudsættes, at der dels kører nyt persontogsmateriel samt at mængden af godstog er reduceret markant som følge af Femern forbindelsen.

Støjforholdene i begge driftssituationer er belyst ved beregning af facadestøj ved boliger langs strækningen. Vibrationsforhold er undersøgt ved orienterende beregninger med Banedanmarks vibrationsmodel under simplificerede forhold.

## **Anlægsstøj og vibrationer**

Det er ofte vanskeligt og forbundet med store usikkerheder at kvantificere støj og vibrationsbelastning ved anlægsarbejder. På det nuværende stadie er oplysninger om anlægsaktiviteterne på et overordnet niveau. Støj og vibrationer i anlægsfasen er vurderet med udgangspunkt i de vurderede mest støjende og vibrerende arbejdsprocesser.

Omfanget for vurderingerne i anlægsfasen tager udgangspunkt i projektets miljøvurderingsskemaer pr. december 2020, /9/. Projektet har siden da udviklet sig, hvorfor der kan være ændringer i de forudsatte aktiviteter ved de enkelte arbejdspladser, arbejdsarealers placering og størrelse mv. Når de udførelsesmæssige detaljer ligger mere fast kan det overvejes at gennemføre fornyet vurderinger af anlægsfasens støj og vibrationsforhold.

## 2 Ikke-teknisk resumé

### 2.1 Anlægsfasen

---

#### 2.1.1 Støj i anlægsfasen

Støj fra anlægsarbejder er i denne sammenhæng vurderet med udgangspunkt i Banedanmarks almindelige miljømålsætning for anlægsarbejder. Overordnet set vurderes denne at være i overensstemmelse med almindelig praksis for vurdering af støj fra anlægsarbejder i Danmark.

Støj fra anlægsarbejder er alene belyst i forhold til boligbebyggelse. I dagperioden på hverdage er vurderingskriteriet 70 dB(A) givet ved støjbelastningen over en 8 timers periode. I natperioden er vurderingskriteriet 40 dB(A) givet ved støjbelastningen over den værste ½ times periode. Der er for nærværende ikke detaljerede oplysninger om hvorvidt de enkelte arbejder planlægges udført som dagarbejde eller på øvrige tidspunkter. Støjen er derfor vurderet ud fra begge muligheder.

Omfanget af støjvurderingerne er baseret på aktiviteterne jf. projektets miljøvurderingsskemaer ultimo december 2020, /9/. Projektet har siden da udviklet sig, hvorfor der kan være ændringer i de forudsatte aktiviteter, arbejdspladser mv. De gennemførte Vurderingerne er konservative idet der er forudsat fri lydudbredelse uden hensyntagen til eventuel skærmning fra bebyggelse, støjskærme mv.

Omfang af støjbelastningen fra hver arbejdsplads fremgår afsnit 7.1.1, Tabel 24 - Tabel 26. I det følgende sammenfattes vurderingen for hver type anlægsaktivitet.

#### Stenkiste udvidelse

Der er identificeret 28 stenkister på strækningen, men det er på det foreliggende grundlag uvist om der er behov for udvidelse af dem alle. Der er i det følgende taget udgangspunkt i at alle 28 udvides. I et begrænset omfang kan der være behov for sætte spuns ved stenkisterne. Såfremt det bliver aktuelt med spunsarbejde, forventes varigheden at være mindre end en dag hvert sted. Påvirkningen af omgivelserne vurderes at være mindre den korte varighed taget i betragtning.

De generelle arbejder forbundet med stenkisteudvidelserne vurderes at svare til almindelige jordarbejder og betragtes ikke som værende specielt støjende arbejde. Ved hver lokalitet, er der relativt få boliger (0-6 stk.), hvor det vurderes, at støjbelastningen kan overstige vurderingskriteriet 70 dB(A) i dagperioden. Den støjmæssige påvirkning af omgivelserne ved stenkistearbejder i dagperioden vurderes således at være ubetydende/mindre. Udføres arbejdet derimod i natperioden, kan der ved ca. halvdelen af lokaliteterne forventes mere end 50 boliger, hvor belastningen vurderes at

overstige 40 dB(A). Særligt de 4 pladser nærmest Odense er særligt støjfølsom ifm. natarbejde. Ved størsteparten af stenkiste arbejdspladserne vurderes konsekvensen af den støjmæssige påvirkning ved natarbejde at være væsentlig antallet af berørte boliger taget i betragtning. Der er tale om et øjebliksbillede af støjforholdene når arbejdet foregår og er ikke et udtryk for at belastningen er konstant i hele natperioden eller i hele anlægsperioden. Varighed for arbejdet med stenkisterne kendes ikke men vurderes generelt at være kortere end 6 uger. Den generelle påvirkning for natperioden vurderes at være moderat men væsentlig for de 4 pladser ved Odense.

#### Afvandingsarbejder

På 20 lokaliteter udføres afvandingsarbejder i form af grøftegravning. Arbejdet vurderes at svare til almindelige jordarbejder og betragtes ikke som værende specielt støjende arbejde. Ved hver lokalitet, er der relativt få boliger (0-4 stk.), hvor det vurderes, at støjbelastningen kan overstige vurderingskriteriet 70 dB(A) i dagperioden. Den støjmæssige påvirkning af omgivelserne ved grøftegravning i dagperioden vurderes således at være ubetydende / mindre.

Udføres arbejdet derimod i natperioden, kan der forventes et større antal boliger belastet over 40 dB(A). Ved ca. halvdelen af lokaliteterne vurderes der at være mere end 50 boliger, hvor støjbelastningen under natarbejde kan overstige 40 dB(A). Den støjmæssige påvirkning ved natarbejde vurderes generelt at være moderat til væsentlig.

#### Sporfornyelse

Fornyelse af spor og ballast udføres med en speciel sporfornyelsesmaskine, som løfter sporet, fjerner eksisterende ballast og evt. underballast, udlægger nyt ballastmateriale og justerer sporet igen. Arbejdet foregår langsomt, typisk 50-100 m spor pr. time og skal som udgangspunkt udføres i begge spor langs hele strækningen mellem Nyborg og Odense, dog med undtagelse af det stationsnære område omkring Odense. Arbejdet er støjende når det foregår ud for de nærmeste boliger, men pga. den fremadskridende arbejdsproces vil den høje støjbelastning være aftagende i løbet af ca. 1-2 dage. Arbejdet udføres i begge spor og vil således belaste den enkelte bolig i 2 omgange. I dagperioden vurderes konsekvensområdets udstrækning at være op til ca. 210 m fra nærmeste spor. Et større antal boliger, samlet set langs hele strækningen (ca. 3200 boliger), forventes således at blive belastet af støj over 70 dB(A) om dagen når arbejdet foregår, men pga. fremdriften vurderes påvirkningen i dagperioden at være mindre.

I natperioden vurderes der at være et konsekvensområde på op til ca. 2500 m fra banen med et meget stort antal boliger (>30.000) belastet over 40 dB(A). Ved anvendelse af sporfornyelsesmaskinen i natperioden vurderes påvirkningen at være væsentlig for boligerne nærmest banen pga. højt støjniveau. For boliger i større afstand vurderes påvirkningen i natperioden at være mindre/moderat.

#### Sporarbejdspladser

På sporfornyelsesmaskinen transporteres det bortgravede ballastmateriale til vogne i den ene ende af sporfornyelsesmaskinen og nyt ballastmateriale

tilføres i den anden ende. Der omlastes nyt og brugt ballastmateriale ved 15 sporarbejdspladser placeret for hver ca. 5. km langs hele strækningen. Omlastningen sker for hver 3-4 time på en sporarbejdsplads hhv. foran og bagved sporvedligeholdelsesmaskinen. Håndtering af skærver kan være støjende når det foregår, men vil normalt have en kortere varighed ad gangen. Med undtagelse af en enkelt sporarbejdsplads (km 162,1) vurderes der at være relativt få boliger (0-5 stk.), hvor støjbelastningen i dagperioden kan overstige vurderingskriteriet 70 dB(A). Den støjmæssige påvirkning af omgivelserne i dagperioden vurderes generelt at være ubetydende / mindre.

Udføres arbejdet derimod i natperioden, kan der forventes et større antal boliger (flere end 50) ved hver sporarbejdsplads, hvor støjbelastningen forventes at overstige 40 dB(A). Den støjmæssige påvirkning ved natarbejde vurderes således at være væsentlig når den foregår. På grund af sporfornyelsesmaskinens fremdrift forventes den enkelte plads anvendt kortvarigt ca. 2-3 uger ad gangen. Den generelle påvirkning i natperioden vurderes at være moderat/væsentlig, tiden taget i betragtning.

#### Diverse arbejdspladser for materiale oplag

De forskellige fagentrepriser etablerer arbejdspladser langs hele strækningen for b.la. oplag af materialer, skurby mv. Det være sig ved broarbejdspladser, arbejdspladser for oplag af materialer til elektrificering, materialer ifm. sporsænkning og materialer ifm. forstærkning/flytning af støjskærme. Støj fra aktiviteter på arbejdspladserne er vurderet ud fra det samme støjmæssige kriterier. Fælles for de nævnte arbejdspladstyper er, at der forventes relativt få boliger (færre end 10 stk. hvert sted), hvor støjbelastningen overstiger 70 dB(A) i dagperioden. Den støjmæssige påvirkning af omgivelserne ved arbejder i dagperioden vurderes således at være mindre.

Ved arbejder på pladserne i natperioden, må der generelt forventes et større antal boliger belastet over 40 dB(A). Den støjmæssige påvirkning ved natarbejde på arbejdspladserne vurderes at være væsentlig når den foregår, men tiden taget i betragtning vurderes påvirkningen at være moderat idet der som udgangspunkt er tale om materiale oplag.

#### Broarbejdspladser med ramning af spuns

Ved 9 broarbejdspladser er der behov for etablering af spuns ifm. ombygning af broerne. Der er i denne sammenhæng forudsat ramning af spuns som worst-case betragtning. Rammearbejder er støjende og har karakter af impulsstøj. Spunsarbejdet vurderes at vare ca. 2 uger ved hver bro. I dagperioden vurderes det, at impulsstøjen vil være tydeligt hørbar inden for 70 dB(A) konsekvensområdet og der er derfor korrigeret for støjens karakter. Ved 3 af de 9 broarbejdspladser, hvor etableres spuns, er der ca. 50-150 boliger, hvor belastningen vurderes at være over 70 dB(A) i dagperioden. Ved de resterende broarbejdspladser, er der færre end 10 boliger ved hvert sted, hvor belastningen er højere end 70 dB(A). Påvirkning ved arbejde i dagperioden vurderes på de lokaliteter at være mindre.

De 3 broarbejdspladser med størst støjfølsomhed er beliggende umiddelbart øst for Odense Station (km 161,450 – 162,400). Her vurderes påvirkningen ved ramning af spuns at være væsentlig i både dag- og natperioden.



I natperioden er afstanden ud til 40 dB(A) grænsen forholdsvis stor ved ramning af spuns og det kan ikke med sikkerhed afgøres om der er grundlag for korrektion for impulsstøj. Ramning af spuns i natperioden vil medføre, at et stort antal boliger belastes over 40 dB hvert sted og påvirkningen vurderes derfor at være væsentlig.

#### Blødbundsudskiftning

På 2 lokaliteter udføres der blødbundsudskiftning. Ingen boliger vurderes at blive belastet over 70 dB i dagperioden, hvorved påvirkningen vurderes at være ubetydende. Udføres arbejdet i natperioden kan et større antal boliger hvert sted (ca. 120–260) forventes belastet over 40 dB(A) og påvirkningen vurderes at være væsentlig idet arbejdet forventes at foregå over længere tid.

#### Flytning/forstærkning af støjskærme

De eksisterende støjskærme lang strækningen skal i et eller andet omfang forstærkes med yderligere fundamenter og evt. flyttes for overholdelse af afstandskrav ved øget strækningshastighed. Støjskærmene er i sagens natur placeret tæt ved boliger, hvorfor arbejdet med vibrering af skærmfundamenter vil påvirke nærmeste boliger. Udføres arbejdet i dagperioden vil op til ca. 45 boliger hvert sted blive berørt over 70 dB(A). Påvirkningen i dagperioden vurderes at være moderat. Udføres arbejdet i natperioden vil der generelt være mange boliger (+1000) hvert sted, som belastes over 40 dB(A). Påvirkningen fra støjskærmarbejder vurderes generelt at være væsentlig pga. den nære beliggenhed til boliger.

Gener fra anlægsarbejder kan afbødes ved en god information til de nærmeste naboer, og så vidt muligt en hensigtsmæssig indretning af byggepladserne, der især bør tage sigte på at beskytte boligområder bedst muligt. I praksis er det mest hensigtsmæssigt at anlægsarbejderne i videst muligt omfang udføres i dagperioden og på hverdage.

### **2.1.2 Vibrationer i anlægsfasen**

Vurdering af vibrationsudbredelse fra anlægsarbejder er forbundet med stor usikkerhed. Dels eksisterer der ingen standardiseret metode herfor, dels har undergrundens beskaffenhed stor indflydelse på vibrationsudbredelsen, ligesom også bygningers konstruktion påvirkes og reagerer forskelligt. Vurdering af konsekvensområdets udstrækning er baseret på erfaringsværdier.

Langs strækningen er der 9 broer, hvor der er behov for etablering af spuns. Det er forudsat at spunsen som worst-case udføres ved ramning, hvilket kan give anledning til vibrationspåvirkning af nærmeste boligbebyggelse. Dertil kommer vibrering af fundamenter til støjskærme, som ligeledes kan forårsage vibrationer.

Ved de 9 broer, hvor der skal udføres spunsarbejder og hvor der som worst-case er antaget ramning af spuns, vurderes der at være ca. 4 boliger sammenlagt, hvor der kan være risiko for bygningsbeskadigelse, mens ca. 230 boliger kan opleve mærkbare vibrationer over den vejledende grænseværdi. Ca. 215 af de 230 boliger, hvor der er risiko for mærkbare vibrationer, er beliggende ved de 3 broarbejdspladser nærmest Odense (km 161,450 – 162,400). Rammearbejdet skønnes at vare ca. 2 uger pr bro. Vibrationspåvirkningen vurderes generelt set at være mindre, men væsentlig ved de 3 broer nærmest Odense, hvor et større antal boliger kan blive berørt

Vibrering af fundamentspæle til støjskærme, der enten skal forstærkes eller flyttes, kan medføre at der er risiko for bygningssskadelige vibrationer ved ca. 30 boliger. Mærkbare vibrationer kan forekomme ved ca. 400 boliger. I relation til bygningssskadelige vibrationer vurderes vibrationspåvirkningen generelt at være mindre, men væsentlig for den enkelte bygning. I forhold til mærkbare vibrationer vurderes påvirkningen generelt at være væsentlig antallet af boliger taget i betragtning.

For at imødekomme en eventuel bygningsbeskadigelse som følge vibrationsfrembringende anlægsarbejder, kan der under opstart på arbejdet gennemføres overvågning af vibrationspåvirkningen på udvalgte bygninger.

## **2.2 Driftsfasen**

---

### **2.2.1 Støj i driftsfasen**

Støjen fra jernbanen i drift er belyst ved støjberegninger på nærliggende boligfacader. Beregningerne er gennemført for hhv. dagens situation år 2020 og den hastighedsopgraderede situation med trafikgrundlag år 2030. Beregningerne er gennemført for hhv. parameteren årsdøgnmiddelniveauet,  $L_{den}$ , og maksimalstøjniveauet,  $L_{pAmax}$ , for den mest støjende togpassage.

Antallet af støjbelastede boliger beregnet for de 2 situationer fremgår af

## Tabel 1.

Af tabellen ses det først og fremmest, at støjbelastningstallet (SBT) er væsentligt lavere i år 2030 end i dagens situation, hvilket hænger sammen med, at antallet af boliger med en årsdøgnstøjbelastning over  $L_{den} = 64$  dB(A) grænseværdien reduceres til knapt det halve. Den generelle støjbelastning langs banen vil således falde, men som et resultat af hastighedsforøgelsen vil antallet af boliger men en maksimalstøjbelastning over 85 dB grænsen øges lidt.

Tabel 1 – Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og støjbelastningstal i de undersøgte situationer.

Undersøgelsessituation	$L_{den} \geq 64 \text{ dB(A)}$	$L_{pAmax} \geq 85 \text{ dB(A)}$	$L_{pAmax} \geq 85 \text{ dB(A)}$ eller $L_{den} \geq 64 \text{ dB(A)}$	SBT
Dagens situation, 2020	629	893	933	90,2
Projektforslag, 2030	349	968	968	39,9

Faldet i antallet af støjbelastede boliger udtrykt ved  $L_{den}$  og SBT skyldes hovedsageligt, at der forudsættes anvendelse af nyt og mere støjsvagt togmateriel. Den europæiske standard, TSI Noise, har fastlagt grænser for støj fra nyt togmateriel, hvilket er lavere end det vi kender for det eksisterende togsæt af typen IC3. I beregningerne for den fremtidige situation er det endvidere forudsat, at 60% af godstogsmateriellet er retrofitted dvs. udstyret med nyt bremsesystem, der ikke påvirker hjulenes løbeegenskaber med øget hjul-/skinnestøj til følge. Retrofittede godsvogne støjer ca. 8-10 mindre end ikke retrofittede godsvogne. Derudover reduceres godstrafikken på strækningen betydeligt som følge af Femern forbindelsen.

Til trods for at støjbelastningen generelt falder langs strækningen så øges antallet af støjbelastede boliger udtrykt ved  $L_{pAmax}$  for projektforslaget med ca. 75 boliger. For både dagens situation og for projektforslaget stammer maksimalværdien fra kørsel med godstog. Det øgede maksimalstøjniveau skyldes hovedsageligt en mindre hastighedsopgradering øst for Odense St., sporændringerne på strækningen, samt flytning af skærme i Langeskov og Ulstrup i forbindelse med hastighedsopgraderingen. Udover de 75 nye støjbelastede boliger er der fundet 31 eksisterende støjbelastede boliger ved hvilke maksimalstøjniveauet øges med mere end 1 dB. Resultaterne er summeret i Tabel 2. Samlet set vurderes påvirkningen af være væsentlig.

Tabel 2 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og nye støjbelastede boliger som et resultat af hastighedsopgraderingsprojektet.

	Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Sum
<b>Antal støjbelastede boliger, dagens situation</b>	29	413	491	933
<b>Antal støjbelastede boliger, projektforslag</b>	30	448	490	968
<b>Nye støjbelastede boliger</b>	1	72	2	75
<b>Nye støjbelastede boliger, der har modtaget støjisolering</b>	0	2	0	2
<b>Nye støjbelastede boliger opført efter 2018</b>	0	6	1	7
<b>Eksisterende støjbelastede boliger med en forøgelse af støjen på &gt;1dB (<math>L_{pAmax}</math>)</b>	1	20	10	31

Eventuel støjisolering af nye støjbelastede boliger og eksisterende støjbelastede boliger hvor der sker en forøgelse af støjen på mere end 1 dB jf. Banedanmarks væsentlighedskriterie forventes udført efter Banedanmarks støjpolitik beskrevet i *"Policy for håndtering af elektromagnetisme, vibrationer og støj i Banedanmarks opgraderingsprojekter på eksisterende baner" /10/*.

Der er undersøgt muligheder for etablering af støjskærme langs strækningen Nyborg-Odense og der er fundet to delstrækninger med et SBT/km > 8 som er det normale objektive kriterium for overvejelser om støjskærme. For begge de potentielle skærmstrækninger vurderes det imidlertid ikke muligt at dæmpe støjen ved anvendelse af almindelige støjskærme idet der er tale om etageejendomme.

### **2.2.2 Vibrationer i driftsfasen**

Der er udført beregninger af mærkbare vibrationer i de boliger, som ligger langs jernbanen. Med udgangspunkt i Banedanmarks beregningsmodel for vibrationer er det fundet, at godstog ved 120 km/t vil give anledning til højere vibrationsniveauer end persontog ved 200 km/t. Hastighedsforøgelsen fra 180 km/t til 200 km/t for persontogene vil medføre at vibrationsniveauet øges i størrelsesordenen 0,5-1 dB men godstogene vil fortsat være dominerende.

Når et tog passerer, vil det generere vibrationer, der udbredes via skinner, ballast og jorden til huset. I huset vil påvirkningen få gulvene til at vibrere, og hvis vibrationerne er kraftige nok, kan de mærkes af mennesker.

Beregningerne viser, at der efter hastighedsopgradering kan være yderligere 1 bolig som belastes af mærkbare vibrationer over den vejledende vibrationsgrænseværdi 75 dB(KB). Den ekstra bolig der belastet i scenariet for hastighedsforøgelsen, er fundet ved km 159,875 og niveauforøgelsen skyldes at hastigheden beregningsteknisk set ændres fra 100 km/t til 120 km/t for godstog det pågældende sted. I praksis vil der sandsynligvis ikke være forskel i belastningen af den pågældende bolig, idet der fortsat vil være en hastighedsbegrænsning på 100 km/t i højre spor fra km 159,900 og ind gennem Odense.

Vibrationsforholdene langs strækningen Odense – Nyborg vil således forblive tilnærmelsesvis uændrede, idet det fortsat vil være godstogene, som er bestemmende for antallet af vibrationsbelastede boliger. Der vil i fremtiden godt nok køre færre godstog på strækningen, men idet det ikke er antallet af hændelser over grænseværdien, som er afgørende for vibrationsbelastningen, vil forholdene forblive tilnærmelsesvis uændrede. Vibrationspåvirkningen af fra den fremtidige jernbanedrift efter hastighedsopgradering vurderes at være ubetydende.

# 3 Hvad er støj

Støj kan generelt defineres som uønsket lyd og støj måles i enheden decibel, forkortet dB(A). I forbindelse med støj fra vejtrafik anvendes betegnelsen dB(A), hvor 'A' betyder, at man har taget hensyn til det menneskelige øres opfattelse af lyd.

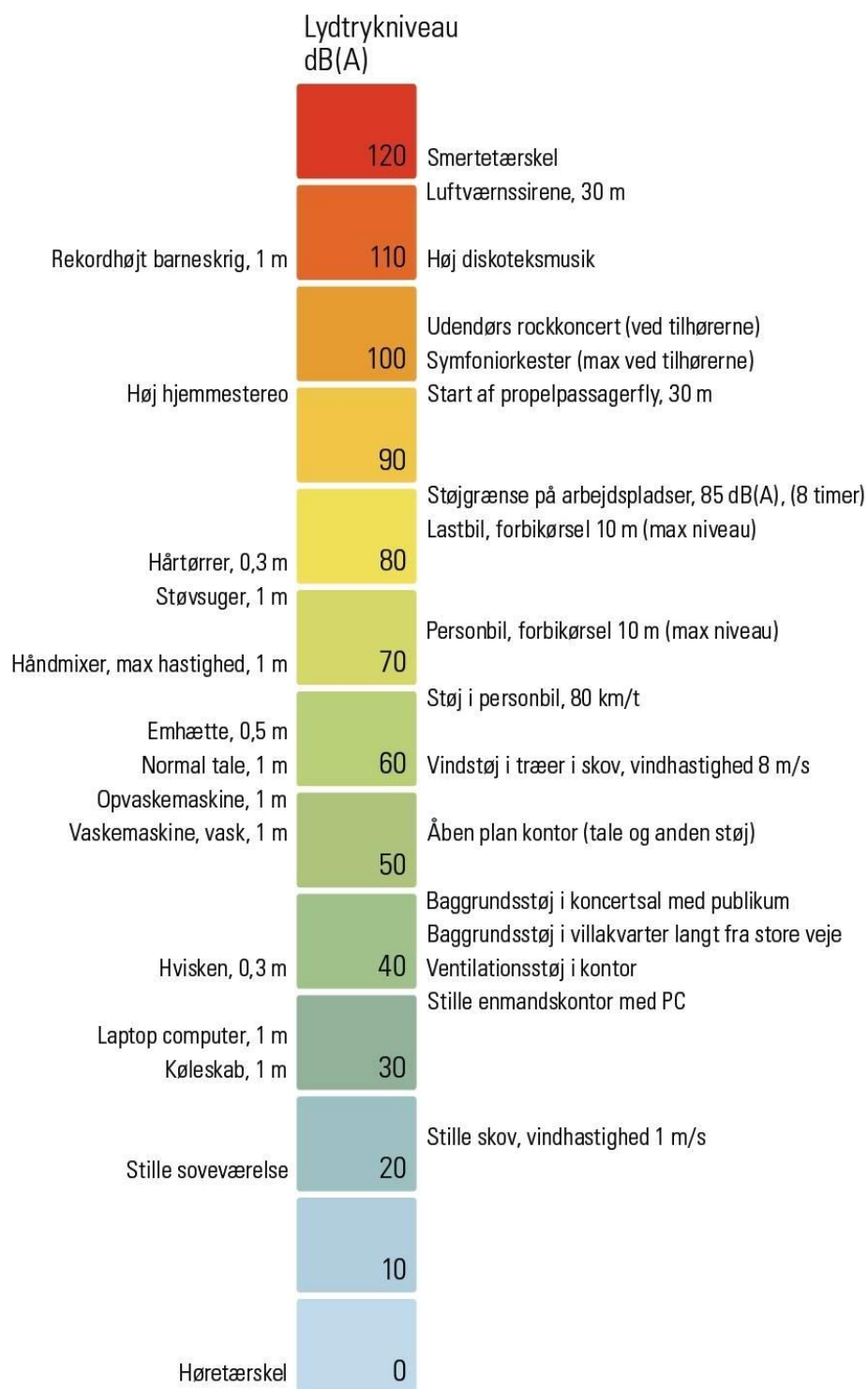
Decibelbegrebet er et logaritmisk begreb. Det indebærer bl.a., at hvis man lægger støjen sammen fra to lige store støjkloder, vil det give et øget støjniveau på 3 dB. Det betyder f.eks., at en fordobling af trafikmængden giver en 3 dB forøgelse af støjniveauet.

Det betyder dog ikke, at der også sker en fordobling af det oplevede støjniveau. Når det gælder oplevelsen af ændrede støjniveauer, kan følgende tommelfingerregler anvendes:

- 1 dB er den mindste ændring, et menneske er i stand til at opfatte
- 3 dB opleves som en lille ændring
- 6 dB opleves som en væsentlig ændring
- 10 dB opleves som en stor ændring og opfattes som en fordobling/halvering af støjen

Der er stor forskel på, hvordan mennesker oplever vejtrafikstøj. Graden af gene afhænger især af støjens karakter (intensitet, frekvensfordeling, fordeling over døgnet etc.), men også sociale og psykologiske faktorer spiller ind.

For at give en ide om hvad forskellige støjniveauer svarer til, er der herefter gengivet et "støjbarometer", som angiver støjniveauet fra forskellige kilder i forskellig afstand.



Kilde: Delta

## 4 Lovgrundlag

### **Miljøbeskyttelsesloven /1/**

Støj og vibrationer fra bygge- og anlægsarbejder reguleres efter Miljøbeskyttelseslovens §7, 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 /2/**

Jævnfør bekendtgørelsen 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 /3/**

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*". De vejledende grænseværdier for trafikstøj er i første række beregnet på planlægningsbrug og gælder for udlægning af nye støjfølsomme områder langs eksisterende jernbaner. Der er ingen bindende lovkrav til beskyttelse mod trafikstøj fra eksisterende eller nye jernbaner, men Miljøstyrelsen finder, at der bør tages samme hensyn til støjen, når man planlægger nye jernbaner, som når man planlægger nye boliger.

### **Vibrationer i eksternt miljø /4/**

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*". 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 ifm. 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, herunder Odense Kommune /6/.

Der er ikke fundet egentlige forskrifter for håndtering af støj og vibrationer i forbindelse med bygge- og anlægsarbejder ved Middelfart og Assens kommune. Begge kommuner arbejder med retningslinjer, som i lighed med



Odense Kommune blandt andet påpeger, at anlægsarbejder skal anmeldes mindst 14 dage inden arbejderne tiltænkes påbegyndt.

# 5 Metode

Rammerne for støj- og vibrationsundersøgelsen gennemgås i de følgende afsnit.

## 5.1 Grænseværdier for støj og vibrationer i anlægsfasen

---

Støj og vibrationer fra bygge- og anlægsarbejder reguleres efter Miljøbeskyttelseslovens § 7, 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 /1/.

### 5.1.1 Støj

Støjfrembringende bygge- og anlægsarbejder anmeldes til kommunen mindst 14 dage inden igangsætning /2/.

Kommunen kan ved væsentlige gener give påbud om afhjælpning af gener og – om nødvendigt – nedlægge forbud mod arbejdet.

Nogle kommuner fastsætter regler og grænseværdier for støj og vibrationer ved bygge- og anlægsarbejder, herunder Odense Kommune. I Odense Kommune er støjende bygge og anlægsarbejder som udgangspunkt kun tilladt på hverdage i dagperioden kl. 07-18. Kommunen har ikke fastsat egentlige grænseværdier for støj og vibrationer ifm. bygge- og anlægsarbejder.

Der er ikke fundet egentlige forskrifter for støj ifm. bygge- og anlægsarbejder i hhv. Nyborg og Kerteminde kommune.

Støj fra anlægsarbejdet vurderes i denne sammenhæng med udgangspunkt i Banedanmarks miljømålsætning, som overordnet vurderes at være i overensstemmelse med almindelig praksis for vurdering af støj fra anlægsarbejder i Danmark.

Støjgrænsen angives ved parameteren  $L_r$ , som beskriver det ækvivalente korrigerede A-vægtet støjniveau ved boligfacader. I denne sammenhæng betyder "ækvivalent" en energimiddelværdi af støjen over den tid støjen foregår og vægtet i forhold til et defineret referencetidsrum. "Korrigeret" betyder, at der er taget hensyn til støjens karakter (herunder impulstillæg, hvor impulser typisk forekommer) og "A-vægtningen" er en frekvensmæssig korrektion, som kompenserer for, at det menneskelige øre er mindre følsomt for dybe toner end for høje toner.

Støjen fra de forskellige typer af anlægsarbejde er overslagsmæssigt beregnet med udgangspunkt i den fælles nordiske beregningsmetode for virksomhedsstøj jf. Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993.

Vurderingskriteriet for støj fra anlægsarbejdet fremgår af Tabel 3.

Tabel 3 – Banedanmarks miljømålsætning for støj fra anlægsarbejde /8/.

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

Det skal præciseres, at de anførte støjgrænser som udgangspunkt er ækvivalente støjniveauer midlet over følgende tidsrum og evt. korrigeret med tillæg for støjens karakter (toner/impulser):

- Mandag-fredag kl. 07-18: Sammenhængende 8 timer med mest støj
- Øvrige tidsrum: Mest støjende ½ time

### 5.1.2 Vibrationer

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende grænseværdier for mærkbare vibrationer i det eksterne miljø, /4/. De vejledende grænseværdier er knyttet til et indendørs niveau på gulvet, og er fastsat ud fra genevirkningen over for mennesker. Grænseværdierne er helt generelle og fremgår af Tabel 6.

Grænser for bygningskadelige vibrationer er ikke reguleret ved lov eller via vejledninger fra Miljøstyrelsen. I praksis benyttes ofte den tyske norm DIN 4150-3 til vurdering af bygningskadelige vibrationer /5/.

Normen inddeler bygninger i 3 kategorier hhv. 1) erhvervs- og industribygninger, 2) boliger og tilsvarende konstruerede og 3) bevaringsværdige bygninger. Normens grænseværdier for bygningsvibrationer ses i Tabel 4.

Tabel 4 – Vurderingskriterier for bygningskadelige vibrationer, DIN 4150-3 /5/.

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

## 5.2 Grænseværdier for støj i driftsfasen

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 jernbanestøj finder i første række anvendelse i kommunal- og lokalplanlægningen og gælder for udlægning af nye støjfølsomme områder langs eksisterende jernbaner. Samtidigt lægges grænseværdierne også til grund for vurdering af støjulemper ved eksisterende boliger langs eksisterende jernbaner. I denne sammenhæng benyttes grænseværdierne for udendørsniveauet ved bygningsfacade.

De vejledende grænseværdier udtrykker en støjbelastning, der efter Miljøstyrelsens vurdering er miljømæssigt og sundhedsmæssigt acceptabel, og er fastsat ud fra den foreliggende viden om støjens generende virkning. Overholdelse af en grænseværdi betyder f.eks. ikke, at støjen fra jernbane ikke kan høres eller ikke kan opleves generende. Eksempelvis er det ressourcetrækkende og ofte meget vanskeligt at overholde grænseværdierne for støj ved fritliggende boliger langs jernbaner.

Der er i denne sammenhæng udelukkende set på støjforhold ved boliger og bygninger med anden støjfølsom anvendelse (f.eks. døgninstitutioner).

Tabel 5 - Støjgrænserne gælder for såkaldt "frit felt", dvs. uden indregning af en lydrefleksion fra boligens egen facade.

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)	$L_{den} = 64 \text{ dB(A)}$ $L_{pAmax} = 85 \text{ dB(A)}$ (ved boliger)
Offentlige formål (hospitaller, skoler o.l.)	$L_{den} = 64 \text{ dB(A)}$
Liberale erhverv (hoteller, kontorer m.v.)	$L_{den} = 69 \text{ dB(A)}$

Der er ingen bindende lovkrav til beskyttelse mod trafikstøj fra eksisterende eller nye jernbaner, men Miljøstyrelsen finder, at der bør tages samme hensyn til støjen, når man planlægger nye jernbaner, som når man planlægger nye boliger. En bolig betragtes som støjbelastet, når  $L_{den} > 64 \text{ dB(A)}$  eller  $L_{pAmax} > 85 \text{ dB(A)}$ .

Herudover varierer støjen med vejrforholdene. Eksempelvis påvirkes støjudbredelsen af vindretningen. Derfor har man, som nabo til en jernbane, ofte en langt mere sammensat oplevelse af støjen, end en simpel gennemsnitsværdi umiddelbart giver udtryk for.

## 5.3 Grænseværdier for vibrationer i driftsfasen

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende grænseværdier for vibrationer i det eksterne miljø, /4/. De vejledende grænseværdier er knyttet til et indendørs niveau på gulvet i boliger, og er fastsat ud fra genevirkningen over for mennesker. Grænseværdierne er helt generelle og knytter sig ikke specielt til jernbaner.

Tabel 6 - Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for mærkbare vibrationer /4/.

Områdetype	Vejledende grænseværdier for mærkbare vibrationer
Boliger i boligområde (hele døgnet) Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18-07 Børneinstitutioner og lignende	$L_{aw} = 75$ dB
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07-18 Kontorer, undervisningslokaler, o.l.	$L_{aw} = 80$ dB
Erhvervsbebyggelse	$L_{aw} = 85$ dB

Vibrationsniveauet på gulvet måles i lodret retning som maksimalværdi for et vægtet accelerationsniveau,  $L_{aw}$ , med tidsvægtning "slow" ved eksempelvis en togpassage.

Menneskets følegrænse over for helkropsvibrationer er ca.  $L_{aw} = 71-72$  dB. En vibrationspåvirkning kan således godt være mærkbar uden at grænseværdien er overskredet.

## 5.4 Støj og vibrationer i anlægsfasen

Der er i forbindelse med miljøvurderingen af projektet på nuværende stadie ikke udarbejdet en egentlig beskrivelse af anlægstakten, metoder, materiel, mm., hvorfor støj og vibrationer i anlægsfasen er vurderet med fokus på de vurderede væsentligste arbejdsprocesser for projektet og på baggrund af erfaringsværdier fra generelle anlægsarbejder.

Konsekvenserne ved de mest støjende anlægsarbejder er vurderet ved en overslagsmæssig beregning af en såkaldt grænseværdiafstand for et øjebliksbillede af støjen.

Grænseværdiafstanden beskriver, hvor langt væk fra det pågældende anlægsarbejde eller arbejdsplads, man skal før støjniveauet er lavere end vurderingskriteriet hhv. 70 dB(A) om dagen og 40 dB(A) om natten.

Inden for konsekvensområdet er antallet af adressepunkter til boligformål optalt. Metoden vurderes at være konservativ i den forstand, at der ikke indgår skærmning, refleksion og andre forhold, som ellers påvirker støjens udbredelse. Dette vil især være gældende for de situationer, hvor der foretages vurderinger i områder med tæt bymæssig bebyggelse.

### 5.4.1 Grundlag for vurdering af støj i anlægsfasen

For udvalgte anlægsaktiviteter, der vurderes som de mest støjende, er der gennemført overslagsberegninger af grænseværdiafstande til hhv. 70 dB(A) og 40 dB(A). Grundlaget for afstandsberegningen er overvejende baseret på en vurderet kildestyrke for den pågældende aktivitet eller type af arbejdsplads. Vurderingen tager ikke hensyn til eventuelle samtidige arbejder på 2 eller flere nærliggende arbejdspladser.

Konsekvensområdets udstrækning forudsætter, at støjen udbredes uden afskærmning over fladt, akustisk porøst terræn. Den effektive driftstid for støjen er vurderet i forhold til om der er tale om arbejde i dagperioden, hvor støjen betragtes over 8 timer eller i natperioden hvor støjen betragtes over den værste halve time. Ved ramning af spuns har støjen karakter af impuls, hvorfor der for dagperioden er indregnet et +5 dB tillæg. I natperioden er afstanden til 40 dB så stor, at det ikke med sikkerhed kan afgøres om der skal korrigeres for impulsstøj eller ej hvorfor der ikke er foretaget korrektion for støjens karakter tæt ved kilden.

De anvendte kildestyrker for støjen, driftstidsforudsætninger og vurderet grænseværdiafstand for hhv. dag- og natperiode fremgår af Tabel 7.

Tabel 7 – Grundlag for vurdering af støj fra anlægsarbejder

Aktivitet	Lydeffekt LwA dB	Vurderet drift		impuls korr		Drifttid korr. afstand	
		% dag	% nat	dag	nat	70 dB	40 dB
Skærvehåndtering, arbejdsplads Nyborg St.	127	50	100	-	-	140 m	2000 m
Jordarbejder alm.	110	75	100	-	-	20 m	540 m
Sporarbejdsplads, omlastning af skærver	120	50	100	-	-	50 m	1200 m
Stenkiste udvidelse	110	75	100	-	-	20 m	540 m
Broarbejdsplads med ramning af spuns	120	75	100	Ja	-	110 m	1200 m
Broarbejdsplads uden ramning	110	75	100	-	-	20 m	540 m
Støjskærmsarbejdsplads, materialer	110	75	100	-	-	20 m	540 m
Kørestrømsarbejdsplads	110	75	100	-	-	20 m	540 m
Blødbundsudskiftning	115	75	100	-	-	35 m	860 m
Afvandingsarbejde, grøftegravning	110	75	100	-	-	20 m	540 m
Vibrering skærmfundamenter	115	50	50	-	-	30 m	650 m
Sporfornyelses maskine RPM-RS-900	130	100	100			210 m	2500 m

#### Udvidelse af stenkister/jordarbejder

Der er identificeret 28 stenkister på strækningen, men det er på det foreliggende grundlag uvist om der er behov for udvidelse af dem alle. Der er i det følgende taget udgangspunkt i at alle 28 udvides. I et begrænset omfang kan der være behov for sætte spuns ved stenkisterne og såfremt det bliver aktuelt, forventes varigheden af spunsarbejdet at være mindre end en dag hvert sted. Den korte varighed taget i betragtning, da vurderes påvirkningen af omgivelserne af være mindre.

Områderne for stenkisteudvidelser er forholdsvis begrænsede og de generelle arbejder forbundet med udvidelserne forudsættes udført vha. en mellemstor gravemaskine og en dumper. Samlet lydeffektniveau vurderes til ca.  $L_{WA} = 110$  dB(A). Varighed for arbejdet vil være forskelligt fra sted til sted men vurderes generelt at være mindre end 6 uger. Der forefindes for nærværende ikke oplysninger om hvorvidt arbejdet alene udføres i dagperioden eller om der også kan forventes, arbejder på øvrige tidspunkter f.eks. som følge af sporspærringer. Støjpåvirkningens vil ikke være konstant i hele anlægsperioden. Det beregnede konsekvensområde skal betragtes som et øjebliksbillede når arbejdet foregår.

#### Sporarbejdsplads

I forbindelse med brug af sporfornyelsesmaskinen er der for hver ca. 5 km behov for en sporarbejdsplads til brug for omlastning af skærver og grus. På sporfornyelsesmaskinen transporteres det bortgravede ballastmateriale til vogne i den ene ende af sporfornyelsesmaskinen og nyt ballastmateriale tilføres i den anden ende. Når vognenes kapacitet er brugt, kører et tog til nærmeste sporarbejdsplads for omlastning. Omlastningen sker for hver ca. 3-4 time på en plads hhv. foran og bagved sporvedligeholdelsesmaskinen. Håndtering af skærver kan være støjende når det foregår, men vil normalt have en kortere varighed ad gangen. Idet der både håndteres skærver og grus, der er mindre støjende end skærvehåndteringen, da er kildestyrken for pladsen sat lavere end hvad skærvehåndtering alene udgør. Det vurderes at støjende arbejder på sporarbejdspladserne kan forekomme i op til ca. 4 timer ud af en 8 timers periode i dagperioden, mens det for natperioden kan være konstant i den halve time arbejdet skal vægtes over. Der er planlagt 15 sporarbejdspladser. Varighed for aktiviteter på sporarbejdspladserne er ikke nærmere beskrevet, men det vurderes, at den enkelte plads anvendes til omlastning et par uger ad gangen.

#### Broarbejdsplads med og uden ramning af spuns

Ved 9 broer skal der udføres spunsarbejder ifm. sporsænkning og ombygning af broerne mens der ved 4 broer skal udføres mindre arbejder så som udskiftning af skærmtage. Spunsarbejder ved broerne er som worst-case forudsat at udført som ramning. Varighed for arbejderne ved hver bro er ikke beskrevet yderligere, men for de lokaliteter, hvor der forudsættes ramning af spuns, vurderes varigheden af spunsarbejdet at være ca. 2 uger. Arbejdets lydeffektniveau er vurderes til ca.  $L_{WA} = 120$  dB(A). Der er korrigeret for impulsstøj i dagperioden idet grænseværdiafstanden til 70 dB(A) er forholdsvis kort og der med sikkerhed er tale om tydelig hørbar impulsstøj inden for konsekvensområdet.

Ved de broer hvor der ikke udføres spunsarbejder er støjens kildestyrke vurderet til  $L_{WA} = 110$  dB(A) svarende til mindre jordarbejder. Varigheden og arbejdet er ikke yderligere beskrevet med forventes at være mindre end 6 uger samlet set.

### Støjskærmsarbejdsplads, materiale oplag og vibrering af fundamentspæle

Lang strækningen etableres 3 oplagspladser for skurby og materialer til brug for forstærkning og eventuel flytning af eksisterende støjskærme. Oplag af materialer for støjskærme vil i sig selv ikke støj, men idet omfang at materialer omlastes fra lastbiler til skinnekørende køretøjer kan der kortvarigt forekomme støj. Håndtering af materialer er konservativt vurderet at have en lydeffekt på ca.  $L_{WA} = 110$  dB(A). Støjskærmene er i sagens natur placeret tæt ved boliger, hvorfor arbejdet med vibrering af skærmfundamenter vil påvirke nærmeste boliger. Ved flytning af en skærm demonteres først selve skærmelementerne vha. håndværktøj og en lille trolje med kran. Efterfølgende vibreres fundamenterne vibreres op vha. en mindre skinnekørende gravemaskine med påmonteret vibrator. Fundamenterne nedvibreres igen i den nye position og skærmelementerne monteres igen. Baseret på tidligere målinger ifm. nedvibrering af skærmfundamentspæle er kildestyrken sat til  $L_{WA} = 115$  dB(A). Den effektive varighed for vibrering af et fundament er ca. 15 minutter.

### Kørestrømarbejdsplads

Ændringer i sporet ved b.la. broer medfører, at der visse steder skal arbejdes på kørestrømsanlægget. Der etableres 2 arbejdspladser for kørestrømsarbejder, der b.la. benyttes til materialeoplag, skurby mv. Arbejdspladserne betragtes ikke som specielt støjende og kildestyrken er vurderet til  $L_{WA} = 110$  dB(A). Driftstiden er for dagperioden konservativt sat til 75% af 8 timer og i natperioden 100 % af en halv time. Der foreligger ikke oplysninger om, hvor lang en periode pladsen forventes anvendt.

### Blødbundsudskiftning

På 2 lokaliteter skal der foretages blødbundsudskiftning. Arbejdet forudsættes udført med 2 gravemaskiner og 2 stk. dumpere. Den samlede kildestyrke er vurderet til  $L_{WA} = 115$  dB(A). Driftstiden er for dagperioden sat til 75% af 8 timer og i natperioden 100 % af en halv time. Der foreligger ikke oplysninger om, over hvor lang tid pladserne anvendes, men arbejdet vurderes at foregå over længere tid (mere end 6 uger).

### Afvandingsarbejde/grøftegravning

Ved 20 lokaliteter skal der udføres afvandingsarbejder i form af b.la. grønnegravning. Arbejdet vurderes udført vha. en gravemaskine/rendegraver og en dumper til bortkørsel af opgravet materiale. Arbejdet vurderes ikke at være specielt støjende og vurderes at have en kildestyrke på ca.  $L_{WA} = 110$  dB(A) svarende til almindelige jordarbejder. Arbejdets varighed vil variere fra sted til sted afhængig af, hvor lang en strækning der skal arbejdes på.

### Sporfornyelse

Fornyelse af spor og ballast udføres med en speciel sporfornyelsesmaskine, som løfter sporet, fjerner eksisterende ballast og evt. underballast, udlægger nyt ballastmateriale og justerer sporet igen. Arbejdet foregår langsomt, typisk 50-100 m spor pr. time og skal som udgangspunkt udføres i begge spor langs hele strækningen mellem Nyborg og Odense, med enkelte undtagelser. Ved Odense er arbejdet afgrænset øst for stationen svarende til ca. Thomas B.



Thriges Gade. Sporfornyelsesmaskinen er støjende og jf. maskinleverandørens oplysninger har den en kildestyrke omkring  $L_{WA} = 130$  dB(A). Ved nærmeste naboer til banen vil arbejdet være støjende ca. 1-2 dage for hvert spor der arbejdes i. Ved arbejder i natperioden vil konsekvensområdets udstrækning være meget stort.

Udstrækning af konsekvensområdet er vurderet på et simplificeret grundlag. Ved udbredelse gennem bebygget område vil grænseværdiafstandene reelt være mindre, idet de nærmeste bygninger skærmer for bagvedliggende bygninger. Bygninger reflekterer samtidigt støjen, men generelt vil effekten af afskærmning overstige effekten af refleksion.

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

Metoden for vurdering af de støjmæssige gener ved anlægsarbejder er i denne sammenhæng foretaget ved at vurdere afstanden for overholdelse af hhv. 70 dB(A) i dagperioden og 40 dB(A) i natperioden for væsentlige arbejdsprocesser. Såfremt der foregår anlægsarbejder uden for dagtimer på hverdage, vil grænseværdiafstanden til 40 dB(A) øges betydeligt med flere støjbelastede til følge.

Ud fra antallet af boliger for et givent støjscenarie er følsomheden angivet på en skala fra 0-3. På den måde kan der hurtigt skabes et overblik over omfanget af boliger og områdets støjfølsomhed. Følgende skala er anvendt ved vurdering af støjfølsomhed af området.

- 0: ingen belastede boliger
- 1: 1-10 boliger hvor  $L_r > 70$  dB(A) dagperiode eller 40 dB(A) natperiode
- 2: 11-20 boliger hvor  $L_r > 70$  dB(A) dagperiode eller 40 dB(A) natperiode
- 3: flere end 20 boliger hvor  $L_r > 70$  dB(A) dagperiode eller 40 dB(A) natperiode

Skalaen kan oversættes til følgende miljøpåvirkning, men i den samlede vurdering indgår også hvor lang tid den enkelte aktivitet vurderes at være. Således vil en støjpåvirkning der kun vare kort tid kunne resultere i en vurderet lavere påvirkning.

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

For at kortlægge støjpåvirkningen ved de nævnte arbejdsprocesser er boliger beliggende inden for grænseværdiafstandene optalt. Det skal bemærkes, at optællingerne er foretaget isoleret for hver aktivitet / arbejdsområde. Der kan i anlægsfasen forekomme overlap i arbejderne, og nogle boliger kan blive belastet af støj fra forskellige arbejdspladser samtidigt.

## 5.4.2 Grundlag for vurdering af vibrationer i anlægsfasen

Vurdering af vibrationsudbredelse fra anlægsvirksomhed er forbundet med stor usikkerhed. Dels eksisterer der ingen standardiseret metode herfor, dels har undergrundens beskaffenhed stor indflydelse på vibrationsudbredelsen, ligesom også bygningers konstruktion påvirkes og reagerer forskelligt.

Ramning/vibrering af spunsvægge ved bygværker og vibrering af pæle til skærmfundamenter vurderes at være de anlægsaktiviteter i dette projekt, hvor der er størst risiko for vibrationsgener og evt. bygningsbeskadigelse.

Metode for vurdering af de vibrationsmæssige gener ved anlægsarbejdet er i denne sammenhæng foretaget ved at vurdere afstanden for overholdelse af et indendørs vibrationsniveau på 75 dB (KB) samt opgøre antallet af boliger inden for den givne afstand.

Føletærsklen for mærkbare vibrationer er  $L_{aw} = 71-72$  dB (KB). Grænseværdien for mærkbare vibrationer i boliger er 75 dB (KB). Vibrationer kan således godt mærkes, uden at grænseværdien nødvendigvis er overskredet, og også uden, at der er risiko for bygningsbeskadigelse. Først når grænsen for mærkbare vibrationer er overskredet betragteligt (mere end 20 dB), kan der være risiko for bygningsbeskadigelse (almindelige bygninger for beboelse).

De anvendte vurderingskriterier fremgår af Tabel 8.

Tabel 8 – Grundlag for vurdering af mærkbare vibrationer og bygningskadelige vibrationer fra anlægsarbejder

Aktivitet	Afstand	
	75 dB(KB)	4-5 mm/s
Broarbejdsplads med ramning af spuns	100 m	25 m
Vibrering skærmfundamenter	60 m	15 m

Vurdering af omfanget af mærkbare vibrationer over 75 dB (KB) ifm. ramning af spuns er baseret på en optælling af boliger i en afstand på op til ca. 100 m fra det enkelte bygværk. Vibrering af pælefundamenter til støjskærme vurderes at have en grænseværdiafstand på ca. 60 m i forhold til mærkbare vibrationer.

Vurdering af risiko for bygningsbeskadigelse, svarende til en svingningshastighed i størrelsesordenen  $v_{peak} = 4-5$  mm/s på bygningsfundamentet, er baseret på en opgørelse af antal boliger inden for en afstand på 25 m fra ramning af spuns og 15 m ved vibrering af skærmfundamenter.

Med udgangspunkt i de vurderede grænseværdiafstande for hhv. mærkbare vibrationer og bygningskadelige vibrationer, er der for hver af de aktuelle lokaliteter foretaget en vurdering af antal berørte boliger. Ud fra antallet af

boliger er vibrationsfølsomheden angivet på en skala 0-3 med følgende følsomhedsvurdering:

0: ingen belastede boliger

1: 1-10 boliger hvor  $L_{aw} > 75$  dB eller  $V_{fundament} > 4-5$  mm/s

2: 11-20 boliger hvor  $L_{aw} > 75$  dB eller  $V_{fundament} > 4-5$  mm/s

3: flere end 20 boliger hvor  $L_{aw} > 75$  dB eller  $V_{fundament} > 4-5$  mm/s

Skalaen kan oversættes til følgende miljøpåvirkning isoleret set mens arbejdet pågår, men i den samlede vurdering indgår også hvor lang tid den enkelte aktivitet vurderes at være. Således vil en støjpåvirkning der kun vare meget kort tid kunne give en mindre påvirkning.

0: Ingen/ubetydelig påvirkning

1: Mindre påvirkning

2: Moderat påvirkning

3: Væsentlig påvirkning

## 5.5 Støj i driftsfasen

---

Det er en nærliggende tanke, at jernbanestøj måles med en støjmåler. Sådan var det også tidligere, men i dag benyttes udelukkende avancerede beregningsmodeller, hvor støjen bestemmes for store områder og med stor præcision.

Måles jernbanestøj, er der mange betingelser, som skal være opfyldt, for at målingen bliver rimelig nøjagtig. Der er en lang række usikkerheder ved støjmålinger, som bevirker, at et målt støjniveau kun undtagelsesvist kan anses for mere pålideligt end et beregnet. Samtidigt er det kun muligt at måle et eller få punkter ad gangen, hvor man i en beregningsmodel på en gang kan beregne støjen for et større område. Beregning af jernbanestøj gør det muligt at undersøge et stort område for eksisterende og fremtidige forhold. Desuden er det en kompliceret og omfattende opgave at fastlægge årsdøgnmiddelværdien af støjniveauet ved målinger.

Undersøgelsen af de støjmæssige konsekvenser er udført i henhold til gældende retningslinjer, der i korte træk tager udgangspunkt i beregningsmetoden Nord2000 /15/ samt retningslinjerne angivet i tillæg til Miljøstyrelsens vejledning 1/1997, *Støj og vibrationer fra jernbaner /3/*. Støjen fra jernbanen er beregnet som årsdøgnmiddelværdien ( $L_{den}$ ), dvs. den gennemsnitsværdi af støjniveauet, man ville finde efter at have målt støjen i et helt år med gennemsnitligt forekommende vejr- og trafikforhold. Endvidere er maksimalniveauet,  $L_{pAmax}$ , af støjen under den mest støjende togpassage beregnet.

$L_{den}$  er sammensat af en beregning af støjen i perioderne dag (kl. 07-19), aften (kl. 19-22) og nat (kl. 22-07) hver for sig. Før beregning af

middelværdien for hele døgnet er støjen i aftenperioden tillagt 5 dB og 10 dB i natperioden. Hensigten er, at støjberegningernes resultater skal afspejle, at støj om aftenen og om natten opleves mere generende end støj om dagen.

Tillægget på 5 dB om aftenen svarer til, at hvert tog om aftenen udgør ca. tre tog af samme type, længde og hastighed om dagen, mens tillægget på 10 dB svarer til, at hvert tog om natten tæller som ti tog om dagen.

Ved beregning af maksimalstøjniveauet er der taget hensyn til sporskifteplaceringer idet metoden foreskriver et +6 dB tillæg til maksimalstøjen ved kørsel gennem et sporskifte.

Nord2000 er en af de mest avancerede beregningsmetoder, der anvendes til vurdering af støj i forbindelse med jernbaneprojekter. Beregningsmetoden tager højde for alle parametre, der har betydning for støjuddannelsen fra jernbane, og for hvordan støjen spredes i omgivelserne. Det drejer sig bl.a. om:

- Afstanden til jernbanen
- Vejr- og vindforhold
- Jordoverfladens beskaffenhed (f.eks. asfalt eller mark)
- Bygninger eller andet, der skærmer for eller reflekterer støjen
- Antal person- og godstog
- Togenes hastigheder
- Togenes fordelinger på dag, aften og nat

Beregningerne af støjuddannelsen er udført ved at etablere en tredimensionel topografisk model i softwareprogrammet SoundPLAN version 8.2. I modellen indgår bygninger med oplysninger om bygningshøjder og -anvendelse, placering og højde af støjskærme, togmængder, hastigheder, fordelinger af trafikken over døgnet m.m.

### **5.5.1 Støjbelastede boliger**

Udsættes en bolig (eller anden støjfølsom bygning) for støj, der overstiger den vejledende grænseværdi, betragtes den som støjbelastet.

Boliger langs jernbaner betragtes som støjbelastede, hvis det højeste facadestøjniveau ved boligen, angivet som  $L_{den}$ , er større end eller lig med 64 dB(A). Boligen betragtes også som støjbelastet, hvis støjen angivet som  $L_{pAmax}$  er større end eller lig med 85 dB(A), også selvom  $L_{den}$  niveauet er under 64 dB(A).

Har parcel- og rækkehuse, stuehuse og lignende en udnyttet tagetage, hvor støjen overstiger de vejledende grænseværdier, betragtes boligen som støjbelastet, selvom grænseværdierne er overholdt ved stueetagen.

Støjundersøgelsen omfatter en opgørelse af antallet af støjbelastede boliger og andre støjfølsomme bygninger. De typer af bygningsanvendelse, der indgår, er baseret på oplysninger fra Bygnings- og Boligregistret, BBR. Opgørelsen af antallet af støjbelastede boliger og andre bygninger er koncentreret om de mest støjfølsomme bygningsanvendelser jf. Tabel 9.

Det er alene egentlige boligformål, der ligger til grund for beslutning om etablering af støjskærme, ligesom det også kun er boliger, der kan normalt tilbydes tilskud til støjisolering.

Tabel 9 - Oversigt over bygningstyper, der indgår i støjundersøgelsens opgørelser af antal støjbelastede boliger og andre 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
Døgninstitution	160	Døgninstitution
Øvrige bygninger med boligareal. Sommerhuse, kolonihaver mm. indgår ikke i denne kategori	> 190	Diverse bygninger med tilknyttet bolig

Der er identificeret fredede bygninger i Odense, men de er placeret et stykke fra jernbanen og vil ikke være støjbelastede.

### 5.5.2 Støjbelastningstal

Den samlede støjbelastning, og dermed støjgene, i et område kan udtrykkes ved 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 udtryk for den samlede støjgene. Støjen beregnes ved hver enkel bolig og ganges med en genegrad, der er fastlagt på baggrund af undersøgelser af de gener mennesker oplever, når de udsættes for støj ved boligen. Støjbelastningstallet anvendes som grundlag for udpegning af jernbanestrækninger, hvor det er hensigtsmæssigt at opsætte støjskærme.

Ved beregning af støjbelastningstallet indgår boliger, hvor støjen er  $L_{den} \geq 64$  dB(A) ved boligens mest støjbelastede facade. For enfamilieboliger indgår støjniveauet ved stueetagen eller ved en udnyttet tagetage, hvis støjen her er højere. For etageejendomme indgår støjniveauet ud for facaden af hver bolig i boligens højde over terræn.

SBT bestemmes ved at summere boligernes genefaktorer. Genefaktorer ved påvirkning af jernbanestøj beregnes efter følgende retningslinjer:

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

Boliger alene støjbelastet ved  $L_{pAmax} \geq 85 \text{ dB(A)}$  tildeles genefaktoren 0 efter gældende regler.

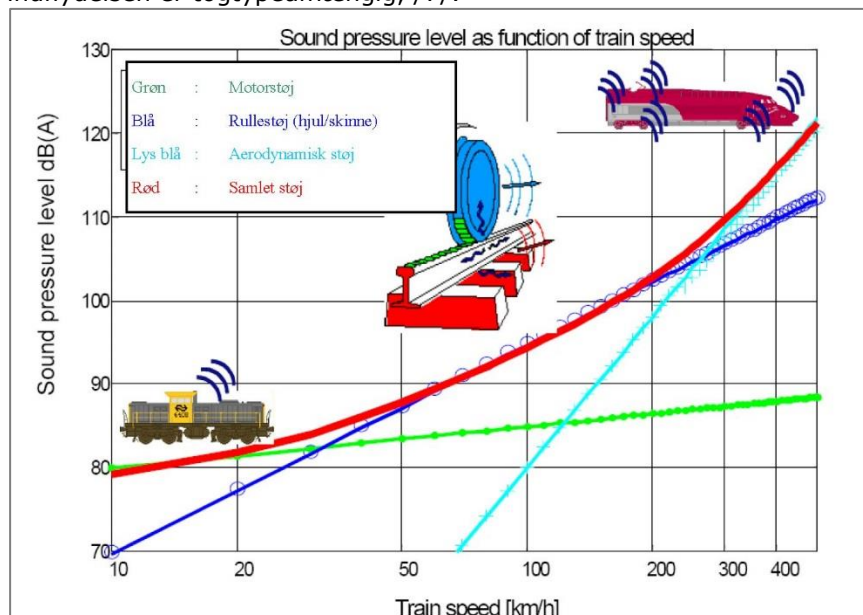
### 5.5.3 Togtyper

I undersøgelsen er anvendt en række togtyper, hvoraf nogle er eksisterende og andre fremtidige. Støj fra det eksisterende danske togmateriel er velbeskrevet og er implementeret i kommercielt software til beregning af jernbanestøj.

Som grundlag for støjberegninger repræsenterende det fremtidige scenarie er der foretaget vurderinger af støjudsendelsen fra fremtidens togmateriel, herunder højhastighedstog og godstog med retrofittede bremsesystemer.

Støj fra jernbaner består primært af rullestøj, der udstråles fra kontaktfladen mellem hjul og skinne. For persontog er rullestøjen dominerende ved hastigheder over ca. 40-50 km/t og for godstog ved lidt højere hastigheder. Den principielle sammenhæng er vist i Figur 1.

Figur 1 - Principielle forhold for jernbanestøj som funktion af toghastighed, /**Fejl!** **Henvisningskilde ikke fundet.**/. Det fremgår, at selv ved lave hastigheder er rullestøjen fra kontakt mellem hjul og skinne den dominerende støjkilde. Aerodynamisk støj kan have betydning ved hastigheder over ca. 200-250 km/t, men indflydelsen er togtypeafhængig, /7/.



### **5.5.3.1 Persontog**

Som nævnt ovenfor er de nutidige persontog velbeskrevne og indarbejdet i den benyttede software. For de fremtidige nye togsæt med hastigheder op til 200 km/t benyttes data fra den europæiske norm for jernbanemateriel TSI (Teknisk Specifikation for Interoperabilitet), der gennem TSI NOI (Noise) /9/ stiller krav til støj fra nyt togmateriel ved forbikørsel.

For fremtidigt togsæt med en maksimal hastighed på 200 km/t benyttes modificerede tal for det eksisterende IC3/IR4 materiel. Data er konsekvent reduceret med 4 dB(A) (pr. 1/3-oktav), således, at det netop opfylder TSI-kravet for nye elektriske togsæt. Denne togtype benævnes i det følgende ET (elektrisk togsæt). ET må ikke forveksles med Øresundstog, som betegnelsen i støjmæssig sammenhæng ofte ses anvendt som.

### **5.5.3.2 Godstog**

For godstog antages det ofte, at materiellet i fremtiden vil støje som i dag. Antagelsen om, at godstog i fremtiden vil støje som i dag, vurderes at være konservativ. Der arbejdes i flere europæiske lande med reduktion af støj fra godstog, og indsatsen omfatter primært udskiftning af godsvognenes bremseklodser fra støbejernsklodser til klodser af kompositmaterialer.

Baggrunden herfor er, at bremseklodserne skaber en ru overflade på hjulenes løbeflader, og ruhedsgraden har stor betydning for rullestøjen. Ved at udskifte støbejernsklodserne til bremseklodser af kompositmaterialer kan hjulene holdes mindre ru, og rullestøjen reduceres. Netop i disse år sker der blandt andet i Tyskland og Schweiz flere tiltag, der giver en forventning om, at dele af vognparken i fremtiden vil støje 8-10 dB(A) mindre end i dag. En eventuel virkning af et retrofitting-projekt afhænger af, hvor hurtigt udskiftningen sker, og en reel indvirkning på den samlede togstøj opnås først, når støjreduktionen er gennemført for omtrent halvdelen af alle godsvogne.

Retrofitting vedrører kun godsvognene og har primært betydning for parameteren  $L_{den}$ . Støjbidraget fra selve lokomotivet, der trækker vognene, vil forblive uændret sammenlignet med et nutidigt niveau, hvilket har betydning for støjens maksimalniveau.

I VVM-undersøgelserne af projekterne under Timemodellen udført for godt 5 år siden blev der på baggrund af en EU-opgørelse over retrofittede godsvogne, forudsat, at 60% af alle gennemkørende godsvogne i år 2028 er udstyret med retrofittede vogne. Denne fordeling benyttes også på denne strækning ved beregning af de fremtidige forhold. I dagens situation er der forudsat at alle godstog er uden retrofitting.

### **5.5.3.3 Trafikgrundlag**

Det trafikale grundlag til beregning af støj fra jernbanen for undersøgelsessituationerne er oplyst af Banedanmark.

## Togmængder

Ved beregningerne er der anvendt trafikmængder (togmeter/døgn) og togtyper som anført i Tabel 10. Togtype "ET" repræsenterer nye elektriske togsæt med støjegenskaber der opfylder TSI krav /11/.

Tabel 10 - Trafikmængder i 1000 togmeter pr døgn for de undersøgte scenarier.

Strk.	Togtype	Dagens situation "2020"			Projektforslag "2030"		
		Dag	Aften	Nat	Dag	Aften	Nat
Odense -	IC - tog	8,6	2,0	3,1	6,9	1,5	2,2
	ET - tog	-	-	-	12,4	2,6	3,9
	Lok. passagertog	0,4	0,3	-	-	-	-
Nyborg	Godstog	7,7	2,1	6,1	3,4	0,8	2,5
Odense -	IC - tog	9,1	2,2	3,6	7,3	1,5	2,3
	ET - tog	-	-	-	12,4	2,6	3,9
	Lok. passagertog	0,3	0,3	-	-	-	-
Odense V	Godstog	7,7	2,2	5,9	3,4	0,8	2,5
Odense -	Lokaltog	2,7	0,5	0,9	2,6	0,5	0,8
Ringe							

## Hastigheder

Ved køreplanlægning er der typisk tillagt ekstra tid til standsning og ophold på stationer plus en sikkerhedsmargin, og derfor vil ikke alle tog køre med den højest mulige hastighed. Som grundlag for støjberegninger er det praktisk at anvende køreplanhastigheden, der angiver den gennemsnitlige hastighed, et tog skal opretholde for at overholde køreplanen mellem to standsningssteder. Køreplanshastigheden er fastlagt som 90% af maksimalhastigheden, som er laveste værdi af enten strækningshastigheden eller togtypens maksimalhastighed.

Da der også 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 hastighed for togtypen eller maksimal strækningshastighed. Den resulterende hastighed bestemmes ved følgende formeludtryk:

$$\bullet \quad v_{\text{res}} = \sqrt[3]{0,15 * v_{\text{max}}^3 + 0,85 * v_{\text{kpl}}^3}$$

De anvendte togtypers hastigheder er angivet i Tabel 11. Togtype "ET" repræsenterer nye elektriske togsæt med støjegenskaber der opfylder TSI krav /11/.



Tabel 11 – Oversigt med de anvendte togtypers maksimal-, køreplans- og resulterende hastigheder.

Togtype	Maksimal-hastighed	Køreplans-hastighed	Resulterende hastighed
IC	180 km/t	162 km/t	165 km/t
ET (nyt elektrisk togsæt)	200 km/t	180 km/t	183 km/t
Lok. passagertog	160 km/t	144 km/t	147 km/t
Lokaltog	120 km/t	108 km/t	110 km/t
Gods	120 km/t	108 km/t	110 km/t

Der er i beregningerne for dagens situation taget hensyn til lokale hastighedsbegrænsninger langs den eksisterende jernbane jf. Banedanmarks strækningssinformation, TIB (Trafikal Information om Banestrækninger), /11/.

I den fremtidige situation er TIB'ens begrænsninger fastholdt, hvor der blot udføres sporfornyelse. På den hastighedsopgraderede strækning mellem Nyborg og Odense er strækningshastigheden overalt sat til 200 km/t.

### Standsende tog

For dagens situation er der i trafikgrundlaget angivet følgende:

- For IC tog, standser alle tog i Odense og Nyborg medens 1/3 stopper i Langeskov.
- Alle højhastighedstog (ET) tog er stoppende i Odense og gennemkørende ved øvrige stationer
- Alle lokomotivtrukne passagertog standser ved samtlige stationer (Odense, Langeskov og Nyborg)
- Lokaltog standser i Odense
- Godstog er gennemkørende på hele strækningen

For at undgå overestimering af støjen ved stationsområderne, er der anvendt reduceret hastighed for standsende tog omkring stationerne. Grundprincippet i standsningsmønsteret svarer til det, som anvendes i Banedanmarks Støjprojekt og som normalt benyttes på strækninger med lav eller ingen godsintensitet. Standsningsmønsteret i Støjprojektet er skaleret til strækningshastighed på op til 180 km/t. For højere hastigheder har Banedanmark udarbejdet et særskilt hastighedsprofil.

Tabel 12 viser standsningsmønstret i forbindelse med stop ved en station for dagens situation hvor toghastigheden er op til 180 km/t.

Tabel 12 - Anvendt standsningsmønster for standsende persontog, dagens situation 2020 med strækningshastigheder op til 180 km/t langs jernbane.

Togtype	Deceleration			Acceleration		
	2000 – 1000 m	1000 – 500 m	500 – 0 m	0 – 500 m	500 – 1000 m	1000 – 2000 m
IC	180 km/t	130 km/t	80 km/t	70 km/t	95 km/t	115 km/t
Lok. Passagertog	140 km/t	100 km/t	70 km/t	75 km/t	95 km/t	115 km/t
Lokaltog	100 km/t	90 km/t	75 km/t	55 km/t	75 km/t	90 km/t

Standsningsmønstret for tog med hastigheder på op til 200 km/t er vist i Tabel 13 og Tabel 14.

Tabel 13 - Anvendt standsningsmønster for nye togsæt med strækningshastighed op til 200 km/t. Nedbremsning før en station

Togtype	Deceleration			
	3000 – 2000 m	2000 – 1000 m	1000 – 500 m	500 – 0 m
Passagertog	191 km/t	159 km/t	114 km/t	71 km/t

Tabel 14 - Anvendt standsningsmønster for nye togsæt med strækningshastighed op til 200 km/t. Acceleration efter en station

Togtype	Acceleration						
	0 – 500 m	500 – 1000 m	1000 – 2000 m	2000 – 3000 m	3000 – 4000 m	4000 – 5000 m	5000 – 6000 m
Passagertog	63 km/t	97 km/t	127 km/t	151 km/t	168 km/t	180 km/t	193 km/t

Togenes hastigheder er således reguleret til lavest tilladte hastighed ved et af de tre forhold:

- Forhold mellem maksimal- og køreplanshastighed
- Lokale sporbegrænsninger (TIB)
- Standsningsmønstre omkring stationer for standsende tog

Maksimalstøjniveauet for en given togpassage afhænger af togets længde. Overslagsberegninger viser, at godstog ved sin maksimale driftshastighed på 120 km/t resulterer i det højeste maksimalstøjniveau,  $L_{pAmax}$  lang strækningen. I beregningerne er der anvendt en maksimal toglængde for godstog på 835 m.

#### 5.5.4 Beregningsmodel

Beregningsmodellen er opbygget omkring en tredimensionel terrænmodel i en korridor langs jernbanestrækningen op til ca. 1000 m på hver side af jernbanen. For at sikre et komplet billede af støjen inden for konsekvensområdet er terrænmodellen og samtlige jernbanespor ligeledes forlænget med mindst 1.500 m før/efter yderste bolig i undersøgelsesområdet.

Undersøgelsesområdet er afgrænset i østlig ende ved km 132,483 (v. Nyborg) og i vestlig ende ved km 162,457 (vest for Odense).

Området er opdelt i 3 delområder:

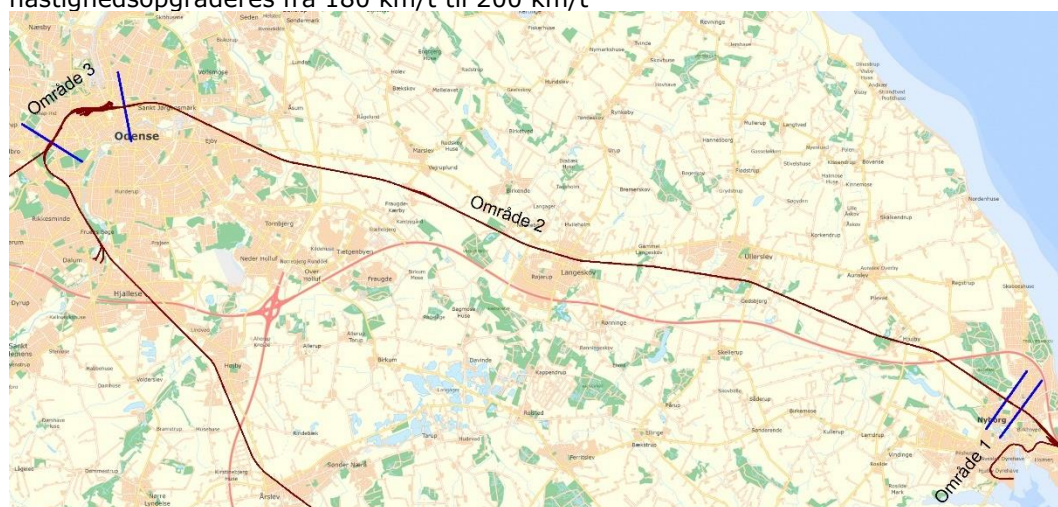
Delområde 1: Nyborg, sporfornyelse km 132,500 – 132,950

Delområde 2: Nyborg – Odense, hastighedsopgradering km 132,950 – 159,900

Delområde 3: Odense, sporfornyelse km 159,900 – 162,500

Områderne er vist på nedenstående Figur 2.

Figur 2 – Områdeopdeling. Område 1 og 3 sporfornyelse, mens område 2 hastighedsopgraderes fra 180 km/t til 200 km/t



Terrænmodellen er baseret på højdedata fra den danske højdemodel. I modellen er hårde overflader som parkeringspladser, banefladsområde, industriområder, bymidter, vejbaneoverflader, søer mm. forudsat at være akustisk reflekterende, mens alle øvrige områder er forudsat at være akustisk bløde (absorberende).

Bygninger, banetracé, støjskærme og andre relevante objekter for støjens udbredelse og afskærmning er efterfølgende indarbejdet i beregningsmodellen. Bygningsgeometrierne stammer fra GeoDanmark og er sammenkørt med adresse- og bygningsdata fra Bygnings- og Boligregistret (BBR). Eksisterende banetracé og støjskærme er leveret af Banedanmark.

### Sporskifter

Støj ved kørsel gennem sporskifter indgår delvist i beregningerne. Nord2000-beregningsmetoden indeholder imidlertid ikke en beskrivelse af, hvordan ekstra støj ved kørsel gennem et sporskifte håndteres. Der er derfor benyttet samme korrektion som beskrevet i den tidligere vejledning til beregning af støj fra jernbaner /12/. Den ekstra støj fra kørsel gennem et sporskifte er håndteret ved at lægge 6 dB til kildestyrken i forhold til kørsel på et normalt spor på en strækning, der svarer til sporskiftets fysiske udstrækning, ofte

omkring 10 m. Det er kun ved beregning af maksimalstøjen at der er foretaget korrektion for sporskifter.

### 5.5.5 Kriterium for støjskærme

Banedanmark anvender normalt et kriterium som grundlag for beslutningstagen om, hvor der skal etableres støjskærme langs jernbanen. Kriteriet er baseret på støjbelastningstallet, SBT, som er bestemt af støjbelastningen givet ved  $L_{den}$  og en tilhørende geneværdi.

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

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

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

For at opnå tilstrækkelig virkning af en støjskærm skal denne føres et stykke forbi første og sidste hus på strækningen. Det er den enkelte situation og afstand til banen, som er afgørende, men typisk 50-75 m og i visse tilfælde mere. Som udgangspunkt etableres der jf. Banedanmarks praksis ikke skærme kortere end ca. 300 m, med mindre der kan påvises grundlag herfor. Endvidere bør skærmen også dæmpe støjen med mindst 5 dB ved de pågældende boliger.

## 5.6 Vibrationer i driftsfasen

---

Beregning af vibrationer er forbundet med stor usikkerhed. Lokale, geologiske forhold samt den enkelte bygningskonstruktion vil i høj grad påvirke resultatet. Der eksisterer ingen standardiseret metode for beregning af vibrationsudbredelse fra jernbaner.

Vibrationerne i boligerne langs jernbanen for hhv. dagens situation efter hastighedsopgradering er beregnet ved hjælp af Banedanmarks vibrationsmodel (ver. 1.01).

I det følgende gennemgås de forudsætninger, der er gjort i forbindelse med gennemførelse af vibrationsundersøgelsen. Vibrationsmodellens opbygning er nærmere beskrevet i COWI rapport *"Ny Vibrationsmodel, januar 2015"*, /13/.

Overordnet set er de anvendte forudsætninger afstemt med det fælles grundlag for håndtering af vibrationsundersøgelserne i Timemodelprojekterne, /14/.

### 5.6.1 **Kildedel, trafik og spor**

Modellen har visse begrænsninger, der bevirker, at der ikke kan regnes frit på alle kombinationer af togtyper, sportyper og sporplaceringer. På baggrund af det nuværende erfaringsgrundlag med modellen sammenholdt med Sweco's erfaringsgrundlag for jernbanevibrationer, er det valgt at gennemføre vibrationscreeningen på baggrund af følgende:

- *Persontog (togsæt, IC3):*  
længde 300 m, hastighed op til 200 km/t, sportype Dbn.
- *Persontog (lokomotiv trukket):*  
længde 300 m, hastighed op til 160 km/t, sportype Dbn.
- *Godstog:*  
længde 835 m, hastighed 120 km/t, togtype Gods, sportype Dbn

Nye elektriske togsæt er antaget at have samme vibrationsmæssige egenskaber som for IC3 togsæt.

### 5.6.2 **Udbredelse, geologiske forhold**

Vibrationernes udbredelse er bl.a. bestemt af de geologiske forhold, der i praksis vil variere fra lokalitet til lokalitet. Undersøgelsen er afgrænset til bygninger med boliganvendelse beliggende ud til ca. 50 m fra nærmeste nye spor. Det er i denne sammenhæng valgt at simplificere undersøgelsen ved at antage samme geologiske forhold ved samtlige boliger inden for undersøgelsesområdet ud fra den geologi der er hyppigst repræsenteret langs strækningen. Der er forudsat, at bølgeudbredelsen sker som overfladebølger (Rayleigh-bølger) og at moræneler er den hyppigst forekomne jordart jf. jordartskortet fra GEUS. Anvendte parametre for moræneler fremgår af Tabel 15.

Tabel 15 – Forudsætning om bølgeudbredelsesforhold og overgangsfrekvens for forskellige jordarter.

<b>Jordart</b>	<b>Middel bølgehastighed</b>	<b>Middel overgangsfrekvens</b>
Dyn/Gytje/Tørv	116 m/s	16 Hz
Sand	261 m/s	35 Hz
Moræneler	745 m/s	100 Hz

### 5.6.3 **Modtagerforhold, bygningstyper og dækresonans**

Bygningernes respons på vibrationer kan ikke med sikkerhed afgøres ud fra hverken BBR-data, bygningstype eller kortmateriale.

Vibrationsmodellen opererer med 4 dækresonansområder hhv. 0-20 Hz, 20-40 Hz, 40-65 Hz og 65-110 Hz. Umiddelbart vurderet er de to laveste resonansområder de mest relevante, men det kan ikke afvises, at der er boliger med dæksresonans i de to andre områder også.

En meget stor andel af bygningsmassen langs eksisterende danske jernbaner er typisk fra før 1960. Året 1960 repræsenterer desuden et skel inden for typisk dansk byggeskik, hvor man gik fra overvejende trækonstruktioner i etagedæk til beton.

Langs jernbanen Nyborg – Odense er ca. 75 % boligerne inden for 50 m afstand af jernbanen fra før 1960. For at simplificere vibrationsundersøgelsen er det antaget at alle boliger har træetagedæk. Træetagedæk har typisk et resonansområde under 20 Hz. De anvendte forudsætninger for etagedæksfrekvenser i de undersøgte boliger fremgår af Tabel 16.

Tabel 16. Vurdering af egenfrekvens for etagedæk i hhv. enfamilieboliger og etageboliger.

Bygningstype	Opført år	Dækfrekvens, vibrationsmodel stueetage	Dækfrekvens, vibrationsmodel øvrige etager
Etageboliger	Før 1960	0-20 Hz	0-20 Hz
Etageboliger	Efter 1960	20-40 Hz	20-40 Hz
Enfamilieboliger	Før 1960	0-20 Hz	0-20 Hz
Enfamilieboliger	Efter 1960	20-40 Hz	0-20 Hz

Forudsætning om etagedæksfrekvens kan have stor betydning for vibrationsniveauet såvel beregnet som målt. En given boligs dækfrekvens kan kun bestemmes ved måling i den pågældende bolig.

#### 5.6.4 Afværgeforanstaltninger

Erfaringer med vibrationsisolering af spor i forhold til mærkbare vibrationer i boliger er relativt begrænsede i Danmark. De to mest udbredte metoder på europæisk plan er anvendelse af enten ballastmåtter eller svellesåler. Der har i Danmark været gennemført enkelte forsøg med svellesåler. Der er endvidere anvendt svellesåler udvalgte steder på b.l.a. Øresundsbanen og den ny bane København - Ringsted.

På det foreliggende grundlag kan det ikke med sikkerhed afgøres, om boliger/bygninger belastet af jernbanevibrationer kan afhjælpes ved vibrationsisolering af sporet med hverken ballastmåtter eller svellesåler. Dertil kræves en nærmere undersøgelse af de konkrete lokale forhold hvis det bliver aktuelt.

### 5.6.5 Hastighedsgrundlag

For dagens situation er hastighedsgrundlaget hentet fra TIB-S /14/. I den fremtidige situation er der forudsat en strækningshastighed på 200 km/t på strækningen km 132,950 – 159,900. Hastighedsgrundlaget for vibrationsundersøgelserne er sammenfattet i Tabel 17. I tabellen benyttes benævnelserne "Konventionelle tog" som gælder for godstog og lokomotivtrukne persontog samt "Særlige tog" for persontogsæt. Maksimalhastighed for godstog er dog begrænset til maksimalt 120 km/t.

Tabel 17. Hastighedsgrundlag for vibrationsberegning, trafikgrundlag 2020 og 2030

Nyborg - Odense	Dagens situation 2020				2030	
			særlige tog	konv. Tog	særlige tog	konv. Tog
Højre spor	km	km	km/t	km/t	km/t	km/t
uden for projekt	->	132,500	180	160	180	160
sporfornyelse	132,500	132,950	180	160	180	160
hast.opgrd	132,950	159,700	180	160	<b>200</b>	160
hast.opgrd	159,700	159,900	120	100	<b>200</b>	<b>160</b>
sporfornyelse	159,900	161,000	120	100	120	100
sporfornyelse	161,000	161,800	110	100	110	100
sporfornyelse	161,800	162,500	150	130	150	130

Odense - Nyborg	Dagens situation 2020				2030	
			særlige tog	konv. Tog	særlige tog	konv. Tog
Venste baneside	km	km	km/t	km/t	km/t	km/t
uden for projekt	->	162,900	170	140	170	140
uden for projekt	162,9	162,500	160	140	160	140
sporfornyelse	162,500	161,900	160	140	160	140
sporfornyelse	161,900	161,000	110	100	110	100
sporfornyelse	161,000	159,900	120	100	120	100
hast. Opgrd	159,900	159,600	120	100	<b>200</b>	<b>160</b>
hast. Opgrd	159,600	132,950	180	160	<b>200</b>	160
sporfornyelse	132,950	132,500	180	160	180	160
uden for projekt	132,500	->	180	160	180	160

### 5.6.6 Grænseværdiafstande, mærkbare vibrationer

Beregningerne er gennemført for hhv. godstog med maksimal hastighed på 120 km/t, persontog (togsæt) ved maksimalt 180/200 km/t og lokomotivtrukne persontog ved maksimalt 160 km/t. Der er skelnet mellem om boligen er en enfamiliebolig med en eller 2 etager samt om der er tale om en etagebolig med flere etager idet dette influerer betydende på beregningsresultatet.



I forhold til enfamilieboliger er det fundet, at godstog giver anledning til de højeste vibrationsniveauer. For etageboliger er det fundet at lokomotivtrukne persontog ved 160 km/t giver anledning til de højeste vibrationsniveauer.

Tabel 18. Beregnede grænseværdiafstande til 75 dB (KB) i hhv. enfamilieboliger (1 og 2 plan) samt etageboliger for passage med forskellige togtyper ved maksimal hastighed.

Bygningstype	Godstog	Persontog, Lokomotiv med vogne	Togsæt, IC3	Togsæt, IC3
	120 km/t	160 km/t	180 km/t	200 km/t
Etageboliger flere plan	12 m	15 m	14 m	15 m
Enfamilieboliger 1. plan	27 m	24 m	21 m	22 m
Enfamilieboliger 2. plan	43 m	35 m	33 m	34 m

Beregningerne er gennemført ved hjælp af Banedanmarks vibrationsmodel (ver. 1.01) og de beskrevne forudsætninger.

På strækningen der hastighedsopgraderes fra 180 km/t til 200 km/t øges vibrationsniveauet fra persontogene (togsæt) forholdsvis lidt. Under de her gjorte forudsætninger øges vibrationsniveauet fra persontog med ca. 0,5 dB, men det vil fortsat være godstog og lokomotivtrukne persontog, der giver anledning til de højeste vibrationsniveauer og dermed også den største grænseværdiafstand.

# 6 Dagens situation

## 6.1 Støj i driftsfasen

---

I dette afsnit beskrives støjforholdene for dagens situation med udgangspunkt i driftsgrundlaget for jernbanetrafikken for år 2020.

Undersøgelsesområdet er opdelt i de 3 delområder, de optælles hver for sig. Delområderne ses på Figur 2.

Delområde 1: Nyborg, sporfornyelse km 132,500 – 132,950

Delområde 2: Nyborg – Odense, hastighedsopgradering km 132,950 – 159,900

Delområde 3: Odense, sporfornyelse km 159,900 – 162,500

I Tabel 19 –

Tabel 21 angives antallet af støjbelastede boliger eller øvrige bygninger med boligareal inden for de 3 delområder. Antallene er opgjort med en fordeling på boligernes bygningsanvendelser.

Tabel 19 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og øvrige bygninger for dagens situation inden for delområde 1: Sporfornyelse, Nyborg.

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>					L <sub>pAmax</sub>	Støj-belastet <sup>1</sup>	SBT
	64-69 dB(A)	69-74 dB(A)	74-79 dB(A)	≥ 79 dB(A)	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)		
Parcel-, række- og stuehuse	8	1	0	0	9	26	26	0,86
Etageboliger og kollegielejligheder	0	1	0	0	1	3	3	0,19
Døgninstitution	0	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige bygninger med boligareal	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	8	2	0	0	10	29	29	1,06

Tabel 20 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og øvrige bygninger for dagens situation inden for delområde 2: Hastighedsopgradering, Nyborg-Odense.

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>					L <sub>pAmax</sub>	Støj-belastet	SBT
	64-69 dB(A)	69-74 dB(A)	74-79 dB(A)	≥ 79 dB(A)	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)		
Parcel-, række- og stuehuse	57	20	15	2	94	132	147	13,18
Etageboliger og kollegielejligheder	120	5	5	9	139	243	265	16,98
Døgninstitution	0	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige bygninger med boligareal	0	1	0	0	1	1	1	0,17
<b>Sum</b>	177	26	20	11	234	376	413	30,34

<sup>1</sup> L<sub>den</sub> ≥ 64 dB(A) eller L<sub>pAmax</sub> ≥ 85 dB(A)

Tabel 21 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og øvrige bygninger for dagens situation inden for delområde 3: Sporformyelse, Odense.

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>					L <sub>pAmax</sub>	Støj- belastet	SBT
	64-69 dB(A)	69-74 dB(A)	74-79 dB(A)	≥ 79 dB(A)	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)		
Parcel-, række- og stuehuse	2	0	0	0	2	5	5	0,16
Etageboliger og kollegielejligheder	100	276	6	0	382	482	485	58,49
Døgninstitution	0	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige bygninger med boligareal	0	1	0	0	1	1	1	0,15
<b>Sum</b>	102	277	6	0	385	488	491	58,81

Ovenstående 3 tabeller er summeret i Tabel 22 uden hensyntagen til om der er tale om etageboliger eller enfamilieboliger.

Tabel 22 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger i dagens situation.

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>	L <sub>pAmax</sub>	Støj- belastet	SBT	Tidligere støjisoleret	Opført efter 2018
	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)				
<b>Del 1:</b> Sporformyelse Nyborg	10	29	29	1,06	2	-
<b>Del 2:</b> Hastighedsopgradering	234	376	413	30,34	68	126
<b>Del 3:</b> Sporformyelse Odense	385	488	491	58,81	19	233
<b>Boliger i alt</b>	<b>629</b>	<b>823</b>	<b>933</b>	<b>90,22</b>	<b>89</b>	<b>359</b>

Opgørelserne giver udtryk for et betydeligt antal støjbelastede boliger langs den eksisterende jernbane ved dagens situation med 629 boliger med et gennemsnitligt støjniveau på L<sub>den</sub> ≥ 64 dB(A) og 823 boliger med et maksimalt støjniveau på L<sub>pAmax</sub> ≥ 85 dB(A). Ved dagens situation opgøres det samlede antal af støjbelastede boliger til 933 stk.

De støjbelastede boliger er hovedsagligt beliggende i Odense og støjbelastningen skyldes i høj grad de gennemkørende godstog, som kører på jernbanen gennem hele døgnet.

Af de 933 af de støjbelastede boliger er 359 af dem opført inden for de sidste 2 år (2019 og 2020). Opgørelsen viser ligeledes, at 89 af de støjbelastede boliger tidligere er støjisoleret med tilskud fra Banedanmark.

## 6.2 Vibrationer i driftsfasen

Antallet af vibrationsbelastede boliger i dagens situation er beregnet vha. Banedanmarks vibrationsmodel med en række antagelser og forsimplinger jf. afsnit 5.6. I Tabel 23 ses antallet vibrationsbelastede boliger langs hhv. højre og venstre baneside for trafikken i dagens situation, 2020. Nederst i tabellen ses summen af boliger for begge banesider. Der er i tabellen skelnet til om boligen er en enfamiliebolig i et eller 2. plan eller om der er tale om en etagebolig.

Tabel 23 – Dagens situation 2020. Antal vibrationsbelastede boliger

Nyborg - Odense		Dagens sit 2020				
Højre baneside	Strækning:		Boliger belastet over 75 dB(KB)			i alt pr strækning
	km	km	Etage bolig	Enfam. 1 plan	Enfam. 2 plan	
sporfornyelse	132,500	132,950	0	0	0	0
hast.opgrd	132,950	159,700	8	5	32	45
hast.opgrd	159,700	159,900	0	0	1	1
sporfornyelse	159,900	161,000	0	1	0	1
sporfornyelse	161,000	161,800	0	0	0	0
<b>sum</b>			<b>8</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>47</b>

Odense - Nyborg		Dagens sit 2020				
Venstre baneside	Strækning:		Boliger belastet over 75 dB(KB)			i alt pr strækning
	km	km	Etage bolig	Enfam. 1 plan	Enfam. 2 plan	
sporfornyelse	162,500	161,900	0	0	0	0
sporfornyelse	161,900	161,000	0	0	0	0
sporfornyelse	161,000	159,900	0	3	0	3
hast. Opgrd	159,900	159,600	0	0	1	1
hast. Opgrd	159,600	132,950	12	7	35	54
sporfornyelse	132,950	132,500	0	0	0	0
<b>sum</b>			<b>12</b>	<b>10</b>	<b>36</b>	<b>58</b>

<b>sum højre og venstre baneside</b>		<b>20</b>	<b>16</b>	<b>69</b>	<b>105</b>
--------------------------------------	--	-----------	-----------	-----------	------------

På baggrund af de gennemførte vibrationsberegninger vurderes der at være 105 boliger langs banestrækningen Nyborg – Odense, som i dagens situation kan være belastet af vibrationer over den vejledende grænseværdi 75 dB(KB). Opgørelsen er afgrænset fra km 132,500 Nyborg vest til km 162,500 Odense øst. Størsteparten af de berørte boliger er enfamilieboliger i 2 plan (med udnyttet tagetage) beliggende ved hhv. Langeskov km 146,500 og Odense km 158,500.

# 7 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i anlægsfasen – midlertidige påvirkninger

## 7.1 Miljøpåvirkning i anlægsfasen

---

De støj- og vibrationsmæssige konsekvenser ved gennemførelse af anlægsprojektet vurderes i det følgende på baggrund af orienterende afstandsbetragtninger.

Udgangspunktet for vurderingerne knytter sig til projektets miljøvurderingsskemaer /9/ som de forelå ultimo december 2020, hvor hver arbejdsplads er beskrevet. Projektet har efterfølgende udviklet sig og der kan efterfølgende være foretaget ændringer mht. anlægsaktiviteter, arbejdspladsplaceringer og størrelser mv. Eventuelle ændringer er i givet fald ikke inkluderet i denne screening.

Vurderingerne er suppleret med konsekvensvurderinger for udførelse af sporvedligeholdelse vha. den specielle maskine RPM-RS900 samt vibrering af fundamenter ifm. forstærkning eller flytning af støjskærme.

### 7.1.1 Støj i anlægsfasen

#### Arbejdspladser generelt

Det vurderede konsekvensområde for hver arbejdsplads fremgår af Tabel 24.

I tabellen ses afstandskriteriet til hhv. 70 dB(A) ved arbejde i dagperioden og 40 dB(A) for natperioden samt antallet af boliger beliggende inden for hver af de 2 konsekvensområder. Desuden er der anført, hvorledes påvirkningen det enkelte sted er vurderet ud fra et øjebliksbillede af antallet af berørte boliger. I den samlede vurdering indgår også påvirkningen varighed dersom denne kendes eller kan vurderes og er der tale om en kortere periode ca. en uge kan vurderingen være sat lavere.

Ved arbejder i dagperioden er der overordnet set få støjbelastede boliger inden for hvert konsekvensområde og påvirkningen vurderes generelt at være ubetydende / mindre. Undtagelsesvis kan der forventes mange støjbelastede boliger i dagperioden ved 3 broarbejdspladser nær Odense ifm. spunsramning, en enkelt sporarbejdsplads nær Odense, hvor der udføres omlastning af skærver og grus for sporfornyelsesmaskinen samt en

støjskærmsarbejdsplads. Ved disse 5 lokaliteter vurderes påvirkningen i dagperioden at være væsentlig omfanget af boliger taget i betragtning.

Ved arbejde i natperioden er der generelt mange boliger (op til ca. 12.000) inden for 40 dB(A) konsekvensområdet. Anvendelse af arbejdspladser i natperioden bør ikke udføres ukritisk da det kan have en støjmæssig konsekvens for et stort antal boliger.

#### Stenkiste udvidelser

På strækningen er der identificeret op til 28 stenkister. Det er uvist om der er behov for udvidelse ved samtlige stenkister. I denne sammenhæng er der forudsat udvidelse af dem alle.

I et begrænset omfang kan der være behov for sætte spuns ved stenkisterne. Såfremt det bliver aktuelt, forventes varigheden af spunsarbejdet at være mindre end en dag hvert sted. Den korte varighed taget i betragtning, da vurderes påvirkningen af omgivelserne af være mindre.

Arbejdet med stenkisterne vurderes generelt set at svare til almindelige jordarbejder og betragtes ikke som værende specielt støjende arbejde. Ved hver lokalitet, er der relativt få boliger (0-6 stk.), hvor det vurderes, at støjbelastningen kan overstige vurderingskriteriet 70 dB(A) i dagperioden. Den støjmæssige påvirkning af omgivelserne ved stenkistearbejder i dagperioden vurderes således at være ubetydende / mindre. Udføres arbejdet derimod i natperioden, kan der ved ca. halvdelen af lokaliteterne forventes mere end 50 boliger, hvor belastningen vurderes at overstige 40 dB(A). Særligt de 4 pladser nærmest Odense er særligt støjfølsom ifm. natarbejde. Ved størsteparten af stenkiste arbejdspladserne vurderes konsekvensen af den støjmæssige påvirkning ved natarbejde at være væsentlig antallet af berørte boliger taget i betragtning. Der er tale om et øjeblikbillede af støjforholdene når arbejdet foregår og er ikke et udtryk for at belastningen er konstant i hele natperioden eller i hele anlægsperioden. Varighed for arbejdet med stenkisterne kendes ikke men vurderes generelt at være kortere end 6 uger. Den generelle påvirkning for natperioden vurderes at være moderat men væsentlig for de 4 pladser ved Odense.

#### Sporarbejdspladser

På arbejdspladserne omlastes b.la. grus og skærver ifm. anvendelse af sporfornyelsesmaskinen. Der omlastes nyt og brugt ballastmateriale ved 15 sporarbejdspladser placeret for hver ca. 5. km langs hele strækningen. Omlastningen sker typisk for hver 3-4 time på en sporarbejdsplads hhv. foran og bagved sporvedligeholdelsesmaskinen. Håndtering af skærver kan være støjende når det foregår, men vil normalt have en kortere varighed ad gangen. Med undtagelse af en enkelt sporarbejdsplads (km 162,1) vurderes der at være relativt få boliger (0-5 stk.), hvor støjbelastningen i dagperioden kan overstige vurderingskriteriet 70 dB(A). Den støjmæssige påvirkning af omgivelserne i dagperioden vurderes generelt at være ubetydende / mindre. Udføres arbejdet derimod i natperioden, kan der forventes et større antal boliger (flere end 50) ved hver sporarbejdsplads, hvor støjbelastningen

forventes at overstige 40 dB(A). Den støjmæssige påvirkning ved natarbejde vurderes således at være væsentlig når den foregår, men pga. fremdriften er det ikke de samme pladser der benyttes i hele anlægsperioden. Den generelle påvirkning i natperioden vurderes at være moderat/væsentlig, tiden taget i betragtning.

I Nyborg etableres en større sporarbejdsplads, hvorfra materialer fordeles og omlastes til de øvrige arbejdspladser. Det forventes at pladsen også vil blive anvendt til skærver, der er støjende når de håndteres. I dagperioden vurderes der ikke at være boliger der belastes over 70 dB(A) kriteriet. Grundet den bynære beliggenhed kan der dog i natperioden forventes mange støjbelastede boliger, såfremt der håndteres skærver.

#### Broarbejdspladser med ramning af spuns

Ved 9 broarbejdspladser er der behov for etablering af spuns og som worst-case betragtning er der forudsat ramning af spuns. Spunsarbejdet vurderes at vare ca. 2 uger ved hver bro. Ved 3 af de 9 broarbejdspladser, hvor der sker spunsramning (Åløkke Alle, Rugårdsvej og Middelfartvej), er der ca. 50-150 boliger, hvor belastningen vurderes at være over 70 dB(A) i dagperioden. Ved de resterende 7 broarbejdspladser, er der færre end 10 boliger ved hvert sted, hvor belastningen er højere end 70 dB(A) i dagperioden. Påvirkning ved arbejde i dagperioden vurderes på de lokaliteter at være mindre.

De 3 broarbejdspladser med størst støjfølsomhed er beliggende umiddelbart øst for Odense Station (km 161,450 – 162,400). Her vurderes påvirkningen at være væsentlig i både dag- og natperioden.

Ramning af spuns i natperioden vil medføre at et stort antal boliger belastet over 40 dB ved hvert sted og påvirkningen vurderes derfor at være væsentlig.

#### Broarbejdspladser uden ramning af spuns

Ved 4 broer skal udføres mindre arbejder så som udskiftning af skærmtage. Arbejdet vurderes generelt set ikke at være støjende. Med undtagelse af pladsen ved Åsumvej vurderes der ikke at være boliger berørt over 70 dB(A) i dagperioden. Ved Åsumvej er der 4 boliger inden for 20 m afstand og hvor det vurderes at støjen kan overstige 70 dB(A). Påvirkningen ved arbejder i dagperioden vurderes at være ubetydende/mindre.

Udføres der arbejder i natperioden er der registreret fra 40 og op til over 400 boliger inden for vurderingskriteriet. Varigheden og arbejdet er ikke yderligere beskrevet med forventes at vare mindre end 6 uger samlet set. Påvirkningen ved natarbejde vurderes at være moderat/væsentlig antallet af boliger taget i betragtning.

#### Blødbundsudskiftning

På 2 lokaliteter skal der udføres blødbundsudskiftning. Ingen boliger vurderes at blive belastet over 70 dB(A) i dagperioden hvorved påvirkningen vurderes at være ubetydende. Udføres arbejdet i natperioden kan et større antal boliger hvert sted (ca. 120–260) forventes belastet over 40 dB(A) og påvirkningen vurderes at være væsentlig idet arbejdet forventes at foregå over længere tid.



Tabel 24 - Vurdering af antal støjbelastede boliger. Arbejdspladser

Miljø-skema	#	Arbejdsplads:	km	Vurderingskriterie		Antal boliger		Følsomhed		Påvirkning	
				Støj		støj		skala 0-3		vurdering	
				70 dB	40 dB	Dag 70 dB	Nat 40 dB	Dag	Nat	Dag	Nat
1	Sporarbejdsplads ved Nyborg st.	131+000 - 131+300	140 m	2000 m	0	4466	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
2	Broarbejdsplads / sporarbejdsplads v. Borgeskolen	133+250 - 133+400	110 m	1200 m	1	2192	1	3	Mindre	Væsentlig	
3	Stenkiste/rørunderføring v. Duensvænge 15	133+800 - 134+300	20 m	540 m	0	3	0	1	Ubetydende	Mindre	
4	Stenkiste v. Juelsbergvej 25,	134+200 - 135+300	20 m	540 m	0	3	0	1	Ubetydende	Mindre	
5	Broarbejdsplads v. Odensevej	135+400 - 135+750	20 m	540 m	0	5	0	1	Ubetydende	Mindre	
6	Sporarbejdsplads v. Odensevej	135+450 - 135+900	50 m	1200 m	1	106	1	3	Mindre	Væsentlig	
7	Broarbejdsplads v. Odensevej	135+550 - 135+800	20 m	540 m	0	5	0	1	Ubetydende	Mindre	
8	Stenkiste v. Hjulbyvej	136+250	20 m	540 m	0	68	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
9	Sporarbejdsplads v. Hjulby st.	136+400 - 136+700	50 m	1200 m	0	150	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
10	Stenkiste v. Nederbyvej	136+700 - 137+300	20 m	540 m	0	51	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
11	Sporarbejdsplads v. Ålykkevej	137+700 - 137+800	50 m	1200 m	0	114	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
12	Broarbejdsplads v. Ålækkevej	137+800 - 137+850	110 m	1200 m	0	87	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
13	Stenkiste v. Ålykkevej/Vibeholmsvej	138+150 - 138+350	20 m	540 m	0	3	0	1	Ubetydende	Mindre	
14	Stenkiste v. Vibeholmsvej	138+250 - 138+700	20 m	540 m	0	0	0	0	Ubetydende	Ubetydende	
15	Stenkiste v. Vibeholmsvej/Åkærvej	138+700 - 138+750	20 m	540 m	0	2	0	1	Ubetydende	Mindre	
16	Stenkiste v. Vibeholmsvej 6	139+300 - 139+550	20 m	540 m	0	4	0	1	Ubetydende	Mindre	
17	Stenkiste v. Gedsbjergvej	139+600 - 140+150	20 m	540 m	0	13	0	2	Ubetydende	Moderat	
18	Broarbejdsplads v. Gedsbergvej	140+100 - 140+250	110 m	1200 m	2	173	1	3	Mindre	Væsentlig	
19	Sporarbejdsplads v. Gedsbergvej	140+250 - 140+450	50 m	1200 m	1	342	1	3	Mindre	Væsentlig	
20	Broarbejdsplads v. Skellerupvej	140+950	20 m	540 m	0	124	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
21	Stenkiste v. Ullerslev st.	141+400 - 141+500	20 m	540 m	2	331	1	3	Mindre	Væsentlig	
22	Støjskærm-/Sporarbejdsplads v. Ullerslev st.	141+500 - 141+850	50 m	1200 m	4	992	1	3	Mindre	Væsentlig	
23	Stenkiste v. Plantagevej/L. Kr. Larsensvej	141+500 - 142+300	20 m	540 m	0	164	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
24	Stenkiste v. Odensevej 31	143+000 - 143+950	20 m	540 m	0	85	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
25	Sporarbejdsplads v. Møllegården	143+950 - 144+100	50 m	1200 m	2	142	1	3	Mindre	Væsentlig	
26	Broarbejdsplads v. Møllegården	144+000	110 m	1200 m	3	154	1	3	Mindre	Væsentlig	
27	Stenkiste v. Møllegården	144+050 - 144+200	20 m	540 m	0	19	0	2	Ubetydende	Moderat	
28	Stenkiste v. Gl. Langeskov 53	145+100 - 145+150	20 m	540 m	0	14	0	2	Ubetydende	Moderat	
29	Stenkiste v. Langerskov st.	145+650 - 145+800	20 m	540 m	1	250	1	3	Mindre	Væsentlig	
30	Støjskærm / Sporarbejdsplads v. Langerskov st.	145+800 - 146+200	50 m	1200 m	5	1697	1	3	Mindre	Væsentlig	
31	Støjskærmsarbejdsplads v. Langerskov st.	146+100 - 146+200	20 m	540 m	7	829	1	3	Mindre	Væsentlig	
32	Stenkiste v. Henriettevej 22	146+550 - 146+600	20 m	540 m	6	926	1	3	Mindre	Væsentlig	
33	Støjskærmsarbejdsplads v. Viadukten	146+750 - 146+850	20 m	540 m	0	681	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
34	Broarbejdsplads / Stenkiste v. Omfartsvejen	147+500 - 147+550	110 m	1200 m	0	1164	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
35	Stenkiste v. Engvej 22	147+550 - 148+250	20 m	540 m	0	77	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
36	Broarbejdsplads v. Nonnebovej	148+100 - 148+250	110 m	1200 m	8	326	1	3	Mindre	Væsentlig	
37	Stenkiste v. Toftevej 2	148+250 - 148+400	20 m	540 m	1	69	1	3	Mindre	Væsentlig	
38	Stenkiste v. Vøjremosegården	149+650 - 149+750	20 m	540 m	0	6	0	1	Ubetydende	Mindre	
39	Sporarbejdsplads, Vøjremosegården	149+750 - 149+950	50 m	1200 m	1	67	1	3	Mindre	Væsentlig	
40	Stenkiste v. Vejrupskovvej	150+000 - 151+200	20 m	540 m	0	4	0	1	Ubetydende	Mindre	
41	Sporarbejdsplads, Marslev st. øst	150+500 - 150+700	50 m	1200 m	0	139	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
42	Sporarbejdsplads, Marslev st.	151+000 - 151+100	50 m	1200 m	1	181	1	3	Mindre	Væsentlig	
43	Broarbejdsplads v. Marslev Stationsvej	151+200 - 151+350	110 m	1200 m	7	191	1	3	Mindre	Væsentlig	
44	Stenkiste v. Vinkelvej 23	151+200 - 151+900	20 m	540 m	0	27	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
45	Stenkiste v. Vinkelvej 21	151+900 - 152+950	20 m	540 m	0	1	0	1	Ubetydende	Mindre	
46	Arbejdsplads for kørestrøm v. Fraugde-Kærby	152+450 - 152+750	20 m	540 m	0	15	0	2	Ubetydende	Moderat	
47	Broarbejdsplads v. Fraugde-Kærbyvej	152+950 - 153+150	20 m	540 m	0	17	0	2	Ubetydende	Moderat	
48	Arbejdsplads for kørestrøm v. Fraugde-Kærbyvej	153+050 - 153+200	20 m	540 m	0	15	0	2	Ubetydende	Moderat	
49	Stenkiste v. Ring 3 ved bro 20250	153+850 - 153+950	20 m	540 m	0	24	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
50	Stenkiste v. Ring 3 ved bro 20250	154+100 - 154+650	20 m	540 m	0	24	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
51	Broarbejdsplads v. Grevenlundsvvej	154+550	20 m	540 m	0	40	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
52	Sporarbejdsplads, ml. Avlskovvej og Nyborgvej	155+450 - 155+700	50 m	1200 m	0	1527	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
53	Broarbejdsplads v. Nyborgvej	155+800 - 155+900	20 m	540 m	0	357	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
54	Støjskærm / Stenkiste v. Jervelundhaven	157+100 - 157+400	20 m	540 m	35	1114	3	3	Væsentlig	Væsentlig	
55	Sporarbejdsplads v. Søndergårds Haver Havekolde	157+150 - 157+750	50 m	1200 m	5	4491	1	3	Mindre	Væsentlig	
56	Sporarbejdsplads v. renseanlæg	157+700 - 157+850	50 m	1200 m	0	6827	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
57	Stenkiste v. Odense Å	158+050	20 m	540 m	0	406	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
58	Broarbejdsplads v. Åsumvej	158+200 - 158+400	20 m	540 m	4	464	1	3	Mindre	Væsentlig	
59	Stenkiste v. Østerbro 38	158+750 - 159+900	20 m	540 m	2	1940	1	3	Mindre	Væsentlig	
60	Stenkiste/broarbejdsplads v. Grønlandsgade	159+400 - 159+500	20 m	540 m	4	3609	1	3	Mindre	Væsentlig	
61	Stenkiste v. Ridehusgade	159+550 - 159+850	20 m	540 m	0	3326	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
62	Sporarbejdsplads v. Jarlsberggade, Odense st.	161+050 - 161+300	50 m	1200 m	0	12098	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
63	Broarbejdsplads v. Ålække Allé	161+450 - 161+500	110 m	1200 m	91	10408	3	3	Væsentlig	Væsentlig	
64	Broarbejdsplads v. Rugårdsvej	161+700 - 161+800	110 m	1200 m	149	10172	3	3	Væsentlig	Væsentlig	
65	Sporarbejdsplads lige før Middelfartvej	162+100 - 162+300	50 m	1200 m	222	8917	3	3	Væsentlig	Væsentlig	
66	Broarbejdsplads v. Middelfartvej	162+300 - 162+400	110 m	1200 m	49	8280	3	3	Væsentlig	Væsentlig	
67	Blødbundsudsuktiftning v. Hjulby Sand	136+700 - 137+300	35 m	860 m	0	124	0	3	Ubetydende	Væsentlig	
68	Blødbundsudsuktiftning v. Nonnebo	147+550 - 148+200	35 m	860 m	0	262	0	3	Ubetydende	Væsentlig	

### Afvanding/grøftegravning

Afvandingsarbejder og grøftegravning udføres på 20 lokaliteter jf. Tabel 25. Arbejdet er i sig selv ikke specielt støjende og ved udførelse i dagperioden er der kun registreret få boliger med risiko for en støjbelastning over 70 dB(A). Varighed for arbejdet er for nærværende ikke kendt, men påvirkningen vurderes at være ubetydende / mindre.

Ved arbejde i natperioden forventes der forholdsvis mange boliger med en påvirkning over 40 dB(A) kriteriet ved ca. halvdelen af arbejdsområderne, hvorfor påvirkningen vurderes at være moderat/væsentlig. Det skal bemærkes at i natperioden er den tid, hvorover støjen betragtes, den værste ½ time og det er er således ikke et udtryk for at påvirkningen er konstant over hele natperioden i hele anlægsperioden. Påvirkningen vil variere.

Tabel 25 - Vurdering af antal støjbelastede boliger. Afvanding/grøftegravning

Miljø-skema	#	Arbejdsplads: km	Vurderingskriterie Støj		Antal boliger støj		Følsomhed skala 0-3		Påvirkning vurdering		
			70 dB	40 dB	Dag 70 dB	Nat 40 dB	Dag	Nat	Dag	Nat	
	69	Afvandingsarbejder v. Borgeskovvej	132+900 - 133+850	20 m	540 m	0	767	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	70	Afvandingsarbejder v. Duensvænge	133+900 - 134+150	20 m	540 m	0	3	0	1	Ubetydende	Mindre
	71	Afvandingsarbejder v. Fynske Motorvej og Oden	134+900 - 135+900	20 m	540 m	1	13	1	2	Mindre	Moderat
	72	Afvandingsarbejder v. Ålykkevej	137+150 - 137+900	20 m	540 m	0	17	0	2	Ubetydende	Moderat
	73	Afvandingsarbejder v. Ålykkevej/Vibeholmsvej	138+500 - 138+850	20 m	540 m	0	2	0	1	Ubetydende	Mindre
	74	Afvandingsarbejder v. Gedsbergvej	140+300 - 140+450	20 m	540 m	1	16	1	2	Mindre	Moderat
	75	Afvandingsarbejder v. Skellerupvej	141+000	20 m	540 m	0	160	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	76	Afvandingsarbejder v. Lervadvej	143+000	20 m	540 m	0	129	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	77	Afvandingsarbejder v. v. Mølleglyden	143+250 - 144+100	20 m	540 m	3	67	1	3	Mindre	Væsentlig
	78	Afvandingsarbejder v. Gammel Langeskov	144+650 - 145+500	20 m	540 m	0	71	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	79	Afvandingsarbejder v. Omfartsvejen	147+600 - 147+750	20 m	540 m	0	149	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	80	Afvandingsarbejder v. Nonnebovej	148+000 - 148+450	20 m	540 m	4	82	1	3	Mindre	Væsentlig
	81	Afvandingsarbejder v. Toftevej	148+700 - 149+100	20 m	540 m	0	36	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	82	Afvandingsarbejder v. Fraugde-Kærbyvej	152+450 - 153+000	20 m	540 m	0	25	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	83	Afvandingsarbejder v. Fraugde-Kærbyvej	153+200 - 153+450	20 m	540 m	0	19	0	2	Ubetydende	Moderat
	84	Afvandingsarbejder v. Grevenlundsvej	154+250 - 155+000	20 m	540 m	1	147	1	3	Mindre	Væsentlig
	85	Afvandingsarbejder v. Avlskovvej	155+300 - 155+550	20 m	540 m	2	452	1	3	Mindre	Væsentlig
	86	Afvandingsarbejder v. Nyborgvej	155+900 - 157+000	20 m	540 m	1	1478	1	3	Mindre	Væsentlig
	87	Afvandingsarbejder v. Søndergårds Haver Havek	157+150 - 157+750	20 m	540 m	0	1377	0	3	Ubetydende	Væsentlig
	88	Afvandingsarbejder v. Åsumvej	158+100 - 158+650	20 m	540 m	2	1649	1	3	Mindre	Væsentlig

### Vibrering af skærmfundamenter og sporfornyelse

Støjskærme er placeret tæt ved eksisterende boligbebyggelse, hvorfor vibrering af skærmfundamenter ifm. forstærkning og/eller flytning af eksisterende støjskærme kan påvirke forholdsvis mange boliger. Udføres arbejdet i dagperioden vurderes det at i størrelsesordenen ca. 20-45 boliger hvert sted blive berørt over 70 dB(A). Påvirkningen i dagperioden vurderes at være moderat. Udføres arbejdet i natperioden vil der generelt være mange boliger (1000+) hvert sted, som belastes over 40 dB i løbet af arbejdsperioden. Påvirkningen vurderes at være væsentlig. Der foreligger ikke oplysninger og varigheden af støjskærmarbejderne de enkelte steder.

Tabel 26 - Vurdering af antal støjbelastede boliger. Sporfornyelse og skærmfundamentvibrering

Miljø-skema	#	Arbejdsplads:	km	Vurderingskriterie		Antal boliger		Følsomhed		Påvirkning	
				Støj	70 dB	40 dB	Dag 70 dB	Nat 40 dB	Dag	Nat	Dag
X1		Sporfornyelse - hele strækningen	132+950 - 159+900	210 m	2500 m	476	30.793	1	3	Mindre	Væsentlig
UL1		Ullerslev HS, 141.7	141+237 - 142+376	30 m	650 m	23	665	3	3	Væsentlig	Væsentlig
UL2		Ullerslev VS, 141.7	141+280 - 141+555	30 m	650 m						
La1		Langeskov HS, 145.8	145+691 - 146+169	30 m	650 m						
LA2		Langeskov VS, 145.9	145+940 - 146+443	30 m	650 m						
LA3		Langeskov HS, 146.1	146+209 - 146+575	30 m	650 m	42	1545	3	3	Væsentlig	Væsentlig
LA4		Langeskov VS, 145.9	146+420 - 146+430	30 m	650 m						
LA5		Langeskov HS, 146.5	146+632 - 146+810	30 m	650 m						
LA6		Langeskov HS 146.7	146+692 - 147+108	30 m	650 m						
OD1		Odense VS 157	156+915 - 157+407	30 m	650 m	3	2189	1	3	Mindre	Væsentlig
OD2		Odense, VS 158.5	158+358 - 158+690	30 m	650 m	15	2470	2	3	Moderat	Væsentlig
OD3		Odense, 159.3	158+864 - 159+444	30 m	650 m	18	6081	2	3	Moderat	Væsentlig
OD4		Odense 159.5	159+679 - 159+938	30 m	650 m	43	5777	3	3	Væsentlig	Væsentlig
OD5		Odense HS 159.3	159+696 - 159+940	30 m	650 m						

Sporfornyelsesmaskinen arbejder langsomt typisk 50-100 m spor pr. time og skal som udgangspunkt benyttes i begge spor langs hele strækningen mellem Nyborg og Odense, dog med undtagelse af det stationsnære område omkring Odense. Arbejdet er støjende når det foregår ud for de nærmeste boliger, men pga. den fremadskridende arbejdsproces vil den høje støjbelastning være aftagende i løbet af ca. 1-2 dage. Arbejdet udføres i begge spor og vil således belaste den enkelte bolig i 2 omgange. I dagperioden vurderes konsekvensområdets udstrækning at være op til ca. 210 m fra nærmeste spor. Et større antal boliger, samlet set langs hele strækningen (ca. 3200 boliger), forventes således at blive belastet af støj over 70 dB(A) om dagen, men pga. fremdriften vurderes påvirkningen i dagperioden at være mindre. I natperioden vurderes der at være et konsekvensområde på op til ca. 2500 m fra banen med et meget stort antal boliger (>30.000) berørt af støj over 40 dB(A) vurderingskriteriet. Ved anvendelse af sporfornyelsesmaskinen i natperioden vurderes påvirkningen at være væsentlig for boligerne nærmest banen og mindre/moderat for dem der ligger længere væk.

## 7.1.2 Vibrationer i anlægsfasen

### Ramning af spuns ved broarbejder

Langs projektstrækningen er der foretaget vurdering af vibrationspåvirkningen ved ramning af spuns ved 10 broer. Vurderingskriterie for bygningsbeskadigelse er 5 mm/s svarende til en vurderet 25 m afstand mens vurderingskriteriet for mærkbare vibrationer 75 dB(KB) er 100 m. Antallet af boliger beliggende inden for de anvendte vurderingskriterier fremgår af Tabel 27.

Tabel 27 - Vurdering af antal vibrationsbelastede boliger. Ramning af spuns ved broer

Miljø-skema #	Arbejdsplads: km	Vurderingskriterie		Antal boliger		Følsomhed skala 0-3		Påvirkning vurdering		
		Bygning 5 mm/s	Komfort 75 dB(KB)	Bygning 5 mm/s	Komfort 75 dB(KB)	5 mm/s	75 dB(KB)	5 mm/s	75 dB(KB)	
2	Broarbejdsplads v. Borgeskovvej	133+250 - 133+400	25 m	100 m	0	1	0	1	ingen	mindre
12	Broarbejdsplads v. Åløkkevej	137+800 - 137+850	25 m	100 m	0	0	0	0	ingen	ingen
18	Broarbejdsplads v. Gedsbergvej	140+100 - 140+250	25 m	100 m	1	2	1	1	mindre	mindre
26	Broarbejdsplads v. Møllegden	144+000	25 m	100 m	0	3	0	1	ingen	mindre
36	Broarbejdsplads v. Nonnebovej	148+100 - 148+250	25 m	100 m	1	8	1	1	mindre	mindre
43	Broarbejdsplads v. Marslev Stationsvej	151+200 - 151+350	25 m	100 m	0	4	0	1	ingen	mindre
63	Broarbejdsplads v. Åløkke Allé	161+450 - 161+500	25 m	100 m	0	83	0	3	ingen	væsentlig
64	Broarbejdsplads v. Rugårdsvej	161+700 - 161+800	25 m	100 m	1	82	1	3	mindre	væsentlig
66	Broarbejdsplads v. Middelfartvej	162+300 - 162+400	25 m	100 m	1	49	1	3	mindre	væsentlig

Ved 4 lokaliteter er der hvert sted en enkelt bolig beliggende inden for 25 m afstand af rammeområdet, hvor der vurderes, kan være risiko for bygningsbeskadigelse ifm. ramning af spuns. Antallet taget i betragtning da vurderes påvirkningen at være mindre, men idet der er tale om mulig bygningsbeskadigelse vurderes påvirkningen samlet set at være væsentlig for den enkelte boligbygning.

Generelt set er der få boliger hvert sted, hvor der kan være mærkbare vibrationer i boligen, men ved 3 broer nær Odense er der i størrelsesordenen 50-80 boliger, hvor vibrationspåvirkningen kan være mærkbar. Der er samme vibrationsgrænse uanset om påvirkningen sker i dagperioden eller natperioden. Påvirkningen ved hver af de 3 broer vurderes at være væsentlig antallet af boliger taget i betragtning. Der foreligger ikke oplysninger om rammearbejdets varighed, men det skønnes til ca. 1 uge ved hver bro.

### Vibrering af skærmfundamenter

Støjskærme er placeret tæt ved eksisterende boligbebyggelse, hvorfor vibrering af skærmfundamenter ifm. forstærkning og/eller flytning af eksisterende støjskærme kan påvirke forholdsvis mange boliger.

Vurderingskriterie for bygningsbeskadigelse er 5 mm/s svarende til 15 m afstand mens vurderingskriteriet for mærkbare vibrationer 75 dB(KB) er 60 m. Antallet af boliger beliggende inden for de anvendte vurderingskriterier fremgår af Tabel 28.

Tabel 28 - Vurdering af antal vibrationsbelastede boliger. Vibrering skærmfundamenter

Miljø- skema # Arbejdsplads:	km	Vurderingskriterie		Antal boliger		Følsomhed		Påvirkning	
		Bygning 5 mm/s	Komfort 75 dB(KB)	Bygning 5 mm/s	Komfort 75 dB(KB)	skala 0-3 5 mm/s	75 dB(KB)	5 mm/s	75 dB(KB)
UL1 Ullerslev HS, 141.7	141+237 - 142+376	15 m	60 m	4	49	1	3	mindre	væsentlig
UL2 Ullerslev VS, 141.7	141+280 - 141+555								
La1 Langeskov HS, 145.8	145+691 - 146+169	15 m	60 m	11	90	2	3	moderat	væsentlig
LA2 Langeskov VS, 145.9	145+940 - 146+443								
LA3 Langeskov HS, 146.1	146+209 - 146+575								
LA4 Langeskov VS, 145.9	146+420 - 146+430								
LA5 Langeskov HS, 146.5	146+632 - 146+810								
LA6 Langeskov HS 146.7	146+692 - 147+108								
OD1 Odense VS 157	156+915 - 157+407	15 m	60 m	2	56	1	3	mindre	væsentlig
OD2 Odense, VS 158.5	158+358 - 158+690	15 m	60 m	1	23	1	3	mindre	væsentlig
OD3 Odense, 159.3	158+864 - 159+444	15 m	60 m	0	50	0	3	ingen	væsentlig
OD4 Odense 159.5	159+679 - 159+938	15 m	60 m	13	130	2	3	moderat	væsentlig
OD5 Odense HS 159.3	159+696 - 159+940	15 m	60 m						

Som følge af den bolignære beliggenhed kan der være risiko for bygningskadelige vibrationer på stort set alle lokaliteter. Isoleret set er påvirkningen mindre/moderat, men idet der er tale om eventuel bygningsbeskadigelse vurderes påvirkningen af være væsentlig.

Ved alle lokaliteter kan der forventes et større antal boliger med mærkbare vibrationer. Påvirkningen vurderes således at være væsentlig. Der foreligger ikke oplysninger om arbejdets varighed. Det vurderes at der kan vibreres 2-3 pæle pr time. Arbejdet forventes at vibrationspåvirke den enkelte bolig over ca. 2-3 dage.

## **7.2 Afværgeforanstaltninger i anlægsfasen**

### **7.2.1 Støj**

For at begrænse genevirkningen af støjen under anlægsfasen bør anlægsarbejderne i videst muligt omfang gennemføres i dagtimerne i de områder, hvor anlægsarbejdet ligger tæt på boliger.

På særligt kritiske steder, hvor støj fra anlægsarbejderne forventes at overskride støjgrænserne i væsentligt omfang, bør det vurderes, om arbejderne kan tilrettelægges på anden vis, f.eks. ved brug af færre maskiner samtidig eller ved anvendelse af mindre støjende processer. Den enkelte arbejdsplads støjfølsomhed fremgår af Tabel 24 - Tabel 26.

I tilfælde, hvor der i længere tid er støjende processer på samme arbejdsplads, vil muligheden for at afskærme arbejdspladsen i forhold til naboerne blive vurderet. Afskærmning kan erfaringsmæssigt reducere støjbelastningen med ca. 5 dB ved de nærmeste boliger, men på lidt større afstande aftager virkningen af en eventuel skærm. På arbejdspladser, hvor der rømmes muld inden etablering af arbejdspladsen, kan muldjorden hvis muligt lægges op som støjvold mod nærmeste naboer.

I stedet for ramning af spuns kan alternative metoder overvejes f.eks. vibrering og eventuelt suppleret med forboring. Vibrering støjer typisk 5-10 dB mindre end ramning.

I praksis er det imidlertid vanskeligt at holde støjen under støjgrænserne ved et større anlægsarbejde, fordi der er så få muligheder for at bruge mindre støjende arbejdsprocesser, og fordi arbejdet nødvendigvis må udføres tæt på boligområder.

For at forberede naboerne på anlægsarbejdet vil anlægsmyndigheden løbende informere om anlægsarbejdets art, arbejdsperioder suppleret med særskilt information inden igangsættelse af anlægsarbejder, der kan medføre væsentlige støjgener.

### **7.2.2 Vibrationer**

Til forskel fra støjuddbredelse er det i praksis stort set umuligt at begrænse udbredelsen af vibrationerne til de omkringboende. Eneste reelle mulighed er derfor at begrænse styrken af vibrationerne ved valg af mindre vibrationspåvirkende arbejdsprocesser.

Et alternativ til ramning af spuns er nedvibrering, og endelig kan der også benyttes press-in metoden, hvor spunsjernet presses ned.

Ved nedvibrering af spuns reduceres afstanden for bygningssskadelige vibrationer til knapt det halve af afstanden ved ramning svarende til ca. 15 m. Med press-in metoden er grænseværdiafstanden reduceret til nogle få meter.

Vibrering af spuns vil kunne reducere afstanden til mærkbare vibrationer fra ca. 100 m til ca. 60 m.

I forbindelse med forstærkning af støjskærme eller flytning af støjskærme kan forboring anvendes hvilket forkorter tiden for det støjende og vibrerende arbejde. Selve forboringen er mindre støjende.

Ved bygninger, hvor der er risiko for bygningsbeskadigelse, anbefales det, at der før anlægsarbejdet starter, foretages fotoregistrering. Desuden at der under opstart på arbejdet foretages vibrationsmonitorering for at imødekomme en eventuel bygningsbeskadigelse og i nødvendigt omfang stoppe arbejdet midlertidigt.

# 8 Konsekvenser og afværgeforanstaltninger i driftsfasen – varige påvirkninger

Projektforslaget beskriver situationen i 2030 efter sporforbedringer og hastighedsopgraderingen, men med en delvis anvendelse af nyere og mindre støjende togmateriel. Trafikgrundlaget repræsenterer en situation, hvor Femernforbindelsen forudsættes åbnet. Dette vil blandt andet bevirke en betydelig reduktion i godstogsmængden over Fyn.

## 8.1.1 Støjpåvirkninger i driftsfasen

I Tabel 29 – Tabel 31 angives antallet af støjbelastede boliger eller øvrige bygninger med boligareal inden for de 3 delområder. Opgørelserne er fordelt på bygningstype/-anvendelse.

Tabel 29 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og øvrige støjfølsomme bygninger for projektforslaget inden for delområde 1:

### Sporfornyelse, Nyborg

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>					L <sub>pAmax</sub>	Støj-belastet	SBT
	64-69 dB(A)	69-74 dB(A)	74-79 dB(A)	≥ 79 dB(A)	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)		
Parcel-, række- og stuehuse	2	0	0	0	2	27	27	0,17
Etageboliger og kollegielejligheder	0	1	0	0	1	3	3	0,13
Døgninstitution	0	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige bygninger med boligareal	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0,30</b>

Tabel 30 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og øvrige støjfølsomme bygninger for projektforslaget inden for delområde 2:

### Hastighedsopgradering, Odense-Nyborg

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>					L <sub>pAmax</sub>	Støj-belastet	SBT
	64-69 dB(A)	69-74 dB(A)	74-79 dB(A)	≥ 79 dB(A)	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)		
Parcel-, række- og stuehuse	26	9	8	0	43	146	146	5,93
Etageboliger og kollegielejligheder	7	2	12	0	21	301	301	4,22
Døgninstitution	0	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige bygninger med boligareal	1	0	0	0	1	1	1	0,11
<b>Sum</b>	<b>34</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>65</b>	<b>448</b>	<b>448</b>	<b>10,27</b>

Tabel 31 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger og øvrige støjfølsomme bygninger for projektforslaget inden for delområde 3:

**Sporfornylse, Odense**

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>					L <sub>pAmax</sub>	Støj- belastet	SBT
	64-69 dB(A)	69-74 dB(A)	74-79 dB(A)	≥ 79 dB(A)	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)		
Parcel-, række- og stuehuse	0	0	0	0	0	5	5	0
Etageboliger og kollegielejligheder	280	0	0	0	280	484	484	29,27
Døgninstitution	0	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige bygninger med boligareal	1	0	0	0	1	1	1	0,09
<b>Sum</b>	<b>281</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>281</b>	<b>490</b>	<b>490</b>	<b>29,36</b>

Ovenstående 3 tabeller er summeret i Tabel 32.

Tabel 32 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger i de 3 delområder, efter hastighedsopgradering

Bygningsanvendelse	L <sub>den</sub>	L <sub>pAmax</sub>	Støj- belastet	SBT	Tidligere støjisoleret	Opført efter 2018
	≥ 64 dB(A)	≥ 85 dB(A)				
<b>Del 1:</b> Sporfornylse Nyborg	3	30	30	0,3	2	-
<b>Del 2:</b> Hastighedsopgradering	65	448	448	10,27	70	123
<b>Del 3:</b> Sporfornylse Odense	281	490	490	29,36	19	234
<b>Boliger</b>	<b>349</b>	<b>968</b>	<b>968</b>	<b>39,94</b>	<b>91</b>	<b>357</b>

Opgørelserne viser at 349 boliger efter hastighedsopgradering og med det forudsatte trafikale grundlag støjbelastes med et gennemsnitligt støjniveau på L<sub>den</sub> ≥ 64 dB(A) og 968 boliger med et maksimalt støjniveau på L<sub>pAmax</sub> ≥ 85 dB(A). Det samlede antal støjbelastede boliger er 968 stk.

Som det ses, er der ikke boliger der udelukkende er støjbelastet med ækvivalentstøjen, og antallet af støjbelastede boliger skyldes hovedsageligt maksimalværdien fra den gennemkørende godstogstrafik, som befærder jernbanen gennem hele døgnet.

Af de 968 af de opgjorte støjbelastede boliger er 357 af dem opført inden for de sidste 2 år (2019 og 2020). Opgørelsen viser desuden, at 91 af de støjbelastede boliger tidligere har fået udført støjisolering.

### 8.1.2 Vibrationspåvirkning i driftsfasen

Antallet af vibrationsbelastede boliger for projektforslaget er beregnet vha. Banedanmarks vibrationsmodel med en række antagelser og forenklinger jf. afsnit 5.6.



I Tabel 33 ses antallet vibrationsbelastede boliger langs hhv. højre og venstre baneside for trafikken i år 2030 efter hastighedsopgradering. Nederst i tabellen ses summen af boliger for begge banesider.

Tabel 33 - Opgørelser over antallet af vibrationsbelastede boliger efter hastighedsopgradering. Trafikgrundlag år 2030.

Nyborg - Odense		2030				
højre baneside	Strækning:		Optælling			i alt pr strækning
	km	km	Etage bolig	Enfam. 1 plan	Enfam. 2 plan	
sporfornyelse	132,500	132,950	0	0	0	0
hast.opgrd	132,950	159,700	8	5	32	45
hast.opgrd	159,700	159,900	0	1	1	2
sporfornyelse	159,900	161,000	0	1	0	1
sporfornyelse	161,000	161,800	0	0	0	0
<b>sum</b>			<b>8</b>	<b>7</b>	<b>33</b>	<b>48</b>

Odense - Nyborg		2030				
Venste baneside	Strækning:		Optælling			i alt pr strækning
	km	km	Etage bolig	Enfam. 1 plan	Enfam. 2 plan	
sporfornyelse	162,500	161,900	0	0	0	0
sporfornyelse	161,900	161,000	0	0	0	0
sporfornyelse	161,000	159,900	0	3	0	3
hast. Opgrd	159,900	159,600	0	0	1	1
hast. Opgrd	159,600	132,950	12	7	35	54
sporfornyelse	132,950	132,500	0	0	0	0
<b>sum</b>			<b>12</b>	<b>10</b>	<b>36</b>	<b>58</b>

<b>sum højre og venstre baneside</b>		<b>20</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>106</b>
--------------------------------------	--	-----------	-----------	-----------	------------

På baggrund af de gennemførte vibrationsberegninger vurderes der at være 106 boliger langs banestrækningen Nyborg – Odense, som efter hastighedsopgradering og trafikgrundlag 2030 kan være belastet af vibrationer over den vejledende grænseværdi 75 dB(KB). Opgørelsen er afgrænset fra km 132,500 Nyborg vest til km 162,500 Odense øst.

Størsteparten af de berørte boliger er enfamilieboliger i 2 plan (med udnyttet tagetage) beliggende ved hhv. Langeskov km 146,500 og Odense km 158,500.

Sammenlignet med opgørelsen for dagens situation (jf. Tabel 23), da er der blot registreret en enkelt ny bolig, som kan være belastet af mærkbare vibrationer over den vejledende grænseværdi.

## 8.2 Konsekvensvurdering

---

### 8.2.1 Støj

Sammenholdes opgørelserne af antal støjbelastede i hhv. dagens situation år 2020 og den hastighedsopgraderede situation år 2030, ses en tydelig reduktion i antallet af støjbelastede boliger, hvor  $L_{den} \geq 64$  dB(A). Ganske vist stiger mængden af persontog, men samtidigt reduceres godstogsmængden. Godstog er mere støjende end persontog og vil derfor have en anseelig betydning for det samlede støjniveau.

Sideløbende med ændringerne i togmængderne forudsættes en udskiftning af nutidige persontogsæt til mindre støjende togsæt; afsnit 5.5.3.

Konsekvenserne ved mindre støjende materiel ses blandt andet ved, at støjbelastningstallet reduceres fra 90,2 ved dagens situation til 39,9 ved projektforslaget.

Retrofitting af godstogsvogne har en betragtelig påvirkning på et reduceret støjniveau langs jernbanen. Der forudsættes, at 60% af godstogsvognene i 2030 er retrofitted. Når 60% af godstogene forudsættes retrofitted, betyder det samtidigt, at 40% fortsat vil køre som konventionelle godstog, som kendes i dag. Det betyder derfor, at antallet af boliger udsat for et maksimalt støjniveau på  $L_{pAmax} \geq 85$  dB(A) er tæt på at være identisk med antal berørte boliger i den eksisterende situation. At der så alligevel ses en mindre forøgelse skyldes 3 hovedårsager:

- En kort strækning i øst for Odense, hvor hastigheden forøges fra nuværende 100 km/t til 120 km/t i projektforslaget (ved Km 159,8)
- Mindre sporjusteringer, der flytter maksimalstøjbelastningen ved boliger fra lige under støjgrænsen til lige over støjgrænsen
- På grund af den højere hastighed er skærme i Langeskov og Ulstrup flyttet ud forbi sikkerhedsafstanden på 4,4 meter.

Der er i alt 75 nye boliger, der bliver støjbelastet i projektforslaget i forhold til dagens situation. Yderligere har 31 støjbelastede boliger fået en stigning i støjen ( $L_{pAmax}$ ) på mere end 1 dB.

Tabel 34 summerer resultaterne. Delområde 1 og 3 er sporfornyelse ved hhv. Nyborg og Odense mens delområde 3 er strækningen der hastighedsopgraderes.

Tabel 34 - Opgørelser over antallet af støjbelastede boliger.

	Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Sum
<b>Støjbelastede boliger, dagens situation</b>	29	413	491	933
<b>Støjbelastede boliger, projektforslag</b>	30	448	490	968
<b>Nye støjbelastede boliger</b>	1	72	2	75
<b>Nye støjbelastede boliger, der har modtaget støjisolering</b>	0	2	0	2
<b>Nye støjbelastede boliger opført efter 2018</b>	0	6	1	7
<b>Eksisterende støjbelastede boliger med en forøgelse af støjen på &gt;1dB (<math>L_{pAmax}</math>)</b>	1	20	10	31

Af de 75 nye støjbelastede boliger har 2 boliger tidligere modtaget tilskud til støjisolering og 7 af boligerne er opført efter år 2018.

31 eksisterende støjbelastede boliger får en forøgelse af maksimalstøjniveauet på mere end 1 dB hvilket jf. Banedanmarks væsentlighedskriterie for eksisterende støjbelastede boliger /10/.

## 8.2.2 Vibrationer

For hastighedsopgraderingen med trafikgrundlag 2030 er det fundet at 106 boliger kan have en vibrationspåvirkning over den vejledende grænseværdi 75 dB(KB), hvilket er 1 bolig mere end for dagens situation 2020.

Den ekstra vibrationspåvirkede bolig er fundet ved km 159,875 og forøgelsen skyldes, at strækningshastigheden beregningsteknisk set ændres fra 100 km/t til 120 km/t for godstog det pågældende sted. I praksis vil der sandsynligvis ikke være forskel i belastningen af den pågældende bolig, idet der fortsat vil være en hastighedsbegrænsning på 100 km/t i højre spor fra km 159,900 og ind gennem Odense.

## 8.3 Afværgeforanstaltninger

### 8.3.1 Støj

Det er undersøgt om der er grundlag for afværgeforanstaltninger i form af nye støjskærme langs jernbanen ud fra de almindelige betingelser om SBT/km > 8.

Langs jernbanen er der i anden sammenhæng opstillet en række støjskærme. Samtidigt er et antal støjbelastede boliger langs den eksisterende jernbane blevet tilbudt tilskud til støjisolering af støjbelastede facader via. Banedanmarks Støjisoleringsordning. Tilskuddets størrelse var dengang afhængig af støjniveauet på boligens mest støjbelastede facade.

I undersøgelsen af konsekvenserne ved projektforslaget er der fundet 2 strækninger, hvor  $SBT/km > 8$  og hvor der isoleret set er grundlag for undersøgelse af om en støjskærm kan være relevant.

Den første potentielle skærmstrækning er afgrænset er beliggende mellem Middelfartvej og Rugårdsvej i Odense, hvor det nye boligområde "Gartnerbyen" er i gang med at blive opført. Der er en eksisterende skærm foran boligerne, men skærmen beskytter ikke de højt placerede etageboliger. Strækningen fravælges som mulig skærmstrækning på baggrund af den eksisterende skærm og det faktum at boligerne er under opførelse nu og dermed må forventes støjbeskyttet i forhold til de eksisterende forhold.

Den anden potentielle skærmstrækning er en 300 meter lang strækning mellem kollegiet på Rugårdsvej 53 til boligerne på Ålykke Allé 7 i Odense. Det vurderes umiddelbart, at en støjskærm dette sted ikke vil have nævneværdig støjreducerende effekt, da der er en markant niveauforskel mellem jernbane og boliger og da kollegie og boliger er i flere plan. Ydermere er der erhverv i stueetagen på Ålykke Allé 57 som vil være den etage der ville kunne opnå størst skærmdæmpning. Det vurderes ikke muligt at opnå en tilstrækkelig skærmvirkning ved de aktuelle boliger.

Der er derfor ikke fundet grundlag for etablering af nye støjskærme på strækningen.

Eventuel støjisolering af nye støjbelastede boliger på strækningen forventes foretaget efter Banedanmarks "Policy for håndtering af elektromagnetisme, vibrationer og støj i Banedanmarks opgraderingsprojekter på eksisterende baner", /10/, hvori det anføres, at:

*" $L_{den}$  og  $L_{Amax}$  for boliger er grundlaget for Banedanmarks vurdering af støjbelastningen og anvendes i forbindelse med markante ændringer af eksisterende banestrækninger. En bolig er reelt først støjbelastet, når  $L_{den} \geq 64$  dB eller  $L_{Amax} \geq 85$  dB. Banedanmark arbejder derudover, som for vibrationer, 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 grænseværdierne."*

Støjpolitikken skitserer desuden, at et eventuelt tilskud til støjisolering gives ud fra støjbelastningsgraden.

### **8.3.2 Vibrationer**

I hastighedsopgraderingsprojektet er der i forhold til dagens situation fundet en enkelt ny bolig, som kan være belastet af mærkbare vibrationer. Vibrationspåvirkningen er på trods af hastighedsopgraderingen fra 180 km/t til 200 km/t fortsat styret af godstog ved hastighed op til 120 km/t. De spormæssige ændringer er marginale og det vurderes på det foreliggende grundlag, at vibrationsforholdene efter hastighedsopgradering vil forblive uændret. Der vurderes ikke at være grundlag eller behov for afværgeforanstaltninger i forhold til vibrationer.

# 9 Oversigt over eventuelle mangler ved undersøgelserne

## **Støj i driftsfasen**

Kildestyrkerne for de fremtidige højhastighedstog er ikke kendt men er forudsat svarende til et niveau, der lige akkurat opfylder de fælles europæiske bestemmelser om tilladt støjniveau for nyt materiel.

Antagelsen om andelen af retrofittede godstog er baseret på en kvalificeret vurdering. Idet en betydende del af støjbidraget hidrører fra godstog, kan eventuelle afvigelser fra denne forudsætning godt få betydning.

## **Vibrationer i driftsfasen**

Beregning af vibrationer er forbundet med stor usikkerhed. Lokale geologiske forhold samt den aktuelle bygningskonstruktion vil i høj grad påvirke det faktiske vibrationsniveau. Der eksisterer ingen standardiseret metode for beregning af vibrationsudbredelse fra jernbaner. Beregningerne er gennemført med Banedanmarks vibrations model på baggrund af simplificeringer og antagelser. Modellen angiver en usikkerhed på ca 6 dB, men kan reelt være større idet geologi og bygningers respons er baseret på en generel vurdering.

For at nedbringe usikkerheden på vibrationsberegningen vil det være nødvendigt, at gennemføre stikprøvemålinger af vibrationsforholdene på den pågældende lokalitet med det formål, at kalibrerer beregningsmodellen. Kalibrering af Banedanmarks vibrationsmodel vil også være relevant for at opnå et så retvisende resultat som muligt samt for bedre at kunne tage beslutning om eventuelle afværgeforanstaltninger.

## **Støj og vibrationer i anlægsfasen**

Anlægsarbejderne er ikke planlagt i detaljer, og der er derfor foretaget en række antagelser omkring omfang af arbejdsprocesserne, kildestyrke for det indgået entreprenørmateriel mv. Valg af metode for etablering af bl.a. spurs ved broarbejderne vil influere på påvirkningen af omgivelserne. Vurderingerne er baseret på en vurdering og ikke en egentlig beregning, hvor alle parametre der påvirker støjens udbredelse indgår. De udførte vurderinger vurderes at være konservative især for de tilfælde, at arbejdet foregår ved tæt bymæssig bebyggelse.

Støj fra de midlertidige skurbyer, herunder også arbejdskørsel til/fra de forskellige arbejdspladser er ikke vurderet.

## **Støj fra omlagte veje**

Medfører broprojekterne omlægning af veje kan det bevirke, at vejstøjbelastningen af lokalområdet ændres. Konsekvensen af eventuelle omlagte veje eller ændrede vejforløb er ikke undersøgt.

# 10 Referencer

- /1/: Miljøbeskyttelsesloven, Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse, LBK nr. 1218 af 25. november 2019
- /2/: Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter, BEK nr 844 af 23. juni 2017
- /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/: Støv-, støj- eller vibrationsfrembringende, midlertidige aktiviteter. Forskrift fra Odense Kommune, 25. september 2013
- /7/: Teknisk notat, Forudsætningerne for støjundersøgelser i Timemodellen, Udført for Vejdirektoratet", TC-100808, Delta, 2015
- /8/: Generel arbejdsbeskrivelse for miljøforhold i forbindelse med anlægsarbejder (GAB-miljø), Banedanmark 24.02.2017.
- /9/: Miljøvurderingsskemaer for projektet, dateret 07.12.2020
- /10/: UDKAST. Policy for håndtering af elektromagnetisme, vibrationer og støj i Banedanmarks opgraderingsprojekter på eksisterende baner". Banedanmark 11.06.2015
- /9/: EU-Kommissionens forordning nr. 1304/2014 af 26. november 2014 om "den tekniske specifikation for interoperabilitet gældende for støj i delsystemet rullende materiel..."
- /10/: DELTA Akustik: "Kildestyrkedata for togstøj til Nord2000", Miljøstyrelsen 2005
- /11/: TIB-S Trafikal Information om Banestrækninger, 16.12.2020
- /12/: Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1985 Beregning af støj fra jernbaner
- /13/: COWI rapport "Ny Vibrationsmodel, januar 2015"
- /14/: Grontmij notat "30.5605.01 Vibrationsberegninger - Oplæg til gennemførelse 24.04.2015.pdf"
- /15/: 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



# 11 Akustiske begreber

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

**Tabel 35. Forklaring på anvendte akustiske begreber**

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(A) og +10 dB for at imødekomme en større genevirkning i disse døgnperioder
$L_{pAmax}$	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 af forskellig frekvens. Føletærsklen er for de fleste mennesker ca. 71-72 dB(KB).
$V_{peak}$	Parameter der anvendes ifm. 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 vægtes 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(A). For yderligere detaljer henvises til <b>/Fejl! Henvisningskilde ikke fundet./</b>
$L_{wA}$	Parameter beskriver den lydenergi en given maskine udsender. Lydeffekter for forskellige maskiner kan direkte sammenlignes idet afstanden ikke indgår. Enheden er dB(A) relativ til 1pW. Det som måles med en lydmåler er lydtrykket i den pågældende afstand, hvilket ikke kan sammenlignes med lydeffektniveauet