

BANEDANMARK

## HERLEV STATION - SCREENING AF STØJ- OG VIBRATIONSBELASTNING TIL AFGØRELSE OM VVM

ADRESSE COWI A/S  
Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00  
FAX +45 56 40 99 99  
WWW cowi.dk

TEKNISK NOTAT

### INDHOLD

1	Indledning	2
2	Projektet	3
3	Vurderingskriterier for støj og vibrationer	3
3.1	Støj	4
3.2	Vibrationer	4
4	Metode	7
4.1	Støj	7
4.2	Vibrationer	9
5	Resultater	14
5.1	Støj	14
5.2	Vibrationer	16
6	Afværgeforanstaltninger	18
6.1	Støj	18
6.2	Vibrationer	19
7	Opsummering	20

PROJEKTNR.

A291610

DOKUMENTNR.

A291610-01

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

29. november 2024

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

LFL/SAMI

KONTROLLERET

OLWI

GODKENDT

OLWI

## 1 Indledning

Banedanmark påtænker at flytte perronen på Herlev Station fra den nuværende placering til en ved placering ved ringvejsbroen, Ring 3. I den forbindelse udføres diverse anlægsopgaver som vil medføre en støj- og vibrationsbelastning af omgivelserne.

Efter indsendelse af VVM-screeningsansøgning til opgradering af Herlev Station har Banedanmark modtaget bemærkninger fra Trafikstyrelsen om støj og vibrationer, som Banedanmark har bedt COWI om at være behjælpelig med at besvare.

Specifikt har Trafikstyrelsen bemærket at:

*"Dette indebærer, at Trafikstyrelsen på det foreliggende grundlag ikke umiddelbart vurderer, at der er fremvist et tilstrækkeligt grundlag for at træffe afgørelse om, at projektet ikke er vvm-pligtigt.*

*I forlængelse heraf henstiller vi til, at anmeldelsen suppleres med en vurdering af, hvorvidt at påvirkningen med støj og vibrationer kan have væsentlige skadelige indvirkninger på miljøet herunder;*

- *indvirkningens størrelsesorden og rumlige udstrækning (f.eks. geografisk område og antallet af personer, der forventes berørt),*
- *indvirkningens art,*
- *indvirkningens intensitet og kompleksitet,*
- *indvirkningens forventede indtræden, varighed, hyppighed og reversibilitet,*
- *kumulationen af projektets indvirkninger med indvirkningerne af andre eksisterende og/eller godkendte projekter, (og muligheden for reelt at begrænse indvirkningerne)*

*Ydermere bedes I konkretisere hvilke foranstaltninger, der påtænkes anvendt for at undgå eller forebygge, hvad der ellers kunne have været væsentlige skadelige indvirkninger på miljøet i relation til støj og vibrationer."*

Disse spørgsmål er forsøgt besvaret i muligt omfang i det følgende.

## 2 Projektet

Projektet omfatter flytning af den eksisterende S-togsperron mod vest til en ny placering ved Ring 3. Perronen flyttes til den vestlige i stedet for den østlige side af stationen. Den gamle bygning på perronen skal nedrives. Der vil fortsat være adgangsvej fra den eksisterende tunnel ved busholdeplads til perron via en ny trappe og elevator. Der etableres adgang fra broen ved Ring 3 til den nye perron ved etablering af to trapper og en elevator.

For at skabe plads til den nye perron nedlægges det eksisterende vendespor og de eksisterende transversaler flyttes vest for broen ved Ring 3. Den driftsmæssige funktionalitet bibeholdes, således at det i tilfælde af større driftsforstyrrelser stadig vil være muligt at vende tog ved Herlev Station i begge retninger.



Figur 1 Oversigtskort med placering af ny perron (kilde: Banedanmark)

Støj- og vibrationsvurderingerne er baseret på oplysninger om hvilke aktiviteter der forventes, som er modtaget fra Banedanmark. Det skal bemærkes, at nedbringning og optrækning af spuns vil være ved vibrering. Det vil foregå i perioder i dagtimerne i løbet af en 10 dages periode. Som udgangspunkt vil andre aktiviteter, med undtagelse af etablering af kørestrømsfundamenter, også foregå i dagtimerne.

## 3 Vurderingskriterier for støj og vibrationer

Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4/1984 "Ekstern støj fra virksomheder", fastsætter rammerne for vurdering af støj fra virksomheder. Tilsvarende fastsætter *Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997, "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø"* rammerne for vurdering af vibrationer, lavfrekvent støj og infralyd.

Miljøstyrelsen overlader imidlertid til de lokale myndigheder (kommunerne) at fastsætte specifikke rammer for støj- og vibrationer ved anlægsarbejde i de respektive kommuner.

For Herlev Kommune gælder "*Forskrift for miljøhensyn ved bygge- og anlægsaktiviteter i Herlev Kommune, marts 2013*", som fastlægger følgende rammer:

- › Normal arbejdstid er hverdage 7-18 og lørdag 7-14.
- › Ved arbejdets udførelse skal altid vælges arbejdsmetoder og maskiner, der begrænser vibrationsgener mest muligt.
- › Kommunen kan forlange, at der benyttes alternative maskiner og arbejdsmetoder med henblik på at begrænse vibrationer.
- › Kommunen kan forlange dokumentation for, at valgte maskiner og arbejdsmetoder er de mest skånsomme for miljøet med hensyn til vibrationer.
- › Nedramning af spuns og pæle må ikke finde sted udenfor normal arbejdstid.
- › Dispensation kan søges.
- › Denne forskrift omhandler *alene* komfortvibrationer. For erstatning i forhold til bygningskadelige vibrationer henvises til civilt søgsmål.

### 3.1 Støj

Som beskrevet ovenstående fastsætter Herlev Kommunes forskrift ikke specifikke grænseværdier for støjbelastning, og det samme er tilfældet for Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984.

Når Banedanmark vurderer støjkonsekvenserne i anlægsfasen, er det med udgangspunkt i et støjniveau i dagtimerne på 70 dB(A). Anlægsarbejder, som må udføres om aftenen og om natten, vurderes med udgangspunkt i et støjniveau på 40 dB(A) (Banedanmark GAB Miljø).

Derfor støtter denne undersøgelse sig til følgende grænseværdier, der er almindeligt anvendt for anlægsarbejde, og er gældende i mange kommuner.

Dagperioden mellem 07:00 og 18:00:	70 dB(A)
Aften og natperioden mellem 18:00 og 07:00:	40 dB(A)

I dagperioden bedømmes støjen i den 8 timers periode hvor støjbelastningen er højest. Tilsvarende i aftentimerne mellem 18:00 og 22:00 bedømmes støjen over én time, og om natten over en halv time.

### 3.2 Vibrationer

Som for støj gælder, at Herlev Kommunes forskrift ikke fastsætter specifikke grænseværdier for vibrationer og lavfrekvent støj, hvorfor der tages udgangspunkt i grænseværdierne anbefalet i Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997.

### 3.2.1 Baggrund

Ved kortlægning af vibrationer kan undersøges bygningssskadelige vibrationer, vibrationskomfort, lavfrekvent støj og infralyd, som er beskrevet ved følgende:

- › **Bygningssskadelige vibrationer** kan medføre strukturelle skader på en bygning, såsom sætningsskader, og vurderes ud fra vibrationshastigheden (mm/s) ved bygningens fundament. Til trods for at grænseværdierne og restriktionerne i forhold til arbejdstiden overholdes, udelukker det ikke, at der kan ske kosmetiske skader såsom revner i stuk, lofter, puds m.m. på den udsatte bygning, ligesom vibrationer kan fremskynde skader, som ellers ville være sket på et senere tidspunkt.
- › **Vibrationskomfort** angiver mærkbare vibrationsniveauer, der generer opholdskomforten for de mennesker, der opholder sig i en given bygning. Vibrationskomfort måles og beregnes i enheden dB(KB), hvor KB angiver den anvendte vægtningskurve. Dette må ikke forveksles med niveauet for støj, som angives i dB(A). Grænseværdien for komfort er lavere end for bygningssskadelige vibrationer og vurderes kun relevant i frekvensintervallet 1-80 Hz.
- › **Strukturlyd (lavfrekvent støj)** forårsages af vibrationer, der omsættes til lavfrekvente lydsvingninger i en bygning, ved at vægge og gulve sættes i svingninger og dermed principielt virker som en højttaler. Strukturlyd måles i enheden dB(A). Lydenergien fra strukturlyd findes primært i frekvensområdet under 160 Hz.
- › **Infralyd** er lyd med en frekvens lavere end 20 Hz og udgør således den dybe del af det lavfrekvente område.

### 3.2.2 Vurderingskriterier

Ovenstående påvirkninger vurderes ud fra de vejledende grænseværdier angivet i Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997, "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø".

#### Bygningssskadelige vibrationer

Grænseværdien for bygningssskadelige vibrationer er ikke reguleret ved lov, men vurderes ud fra vibrationshastigheden på fundamentet ift. standarden DIN 4150 – del 3 "Erschütterungen im Bauwesen. Einwirkungen auf bauliche Anlagen" som er dansk praksis og refereres til i orienteringen fra Miljøstyrelsen.

I tabel 3-1 præsenteres de maksimale vibrationshastigheder ved bygningens fundament for lave frekvenser (< 10 Hz), som anvendes i den efterfølgende undersøgelse af bygningssskadelige vibrationer. Betragtningen af udelukkende de lave frekvenser anses for et konservativt estimat idet der kan tillades højere vibrationshastigheder for højere frekvenser.

Tabel 3-1 Maksimale vibrationshastigheder  $V_{peak}$  (mm/s) for bygningsskadelige vibrationer, jf. DIN 4150 – del 3.

Anvendelse	$V_{peak}$ (<10 Hz) mm/s
Konstruktioner som industribygninger og infrastrukturanlæg	20
Normale bygningskonstruktioner som almindeligt kontorbyggeri, lejlighedskomplekser og parcelhusbyggeri	5
Følsomme bygninger som bevaringsværdige bygninger, fredede bygninger og bindingsværkshuse	3

### Vibrationskomfort og strukturlyd

Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997 "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø" fastsætter vejledende grænseværdier for acceptabel vibrationskomfort og strukturlyd.

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

De vejledende grænseværdier for en acceptabel vibrationskomfort (se tabel 3-2) er knyttet til et indendørs vibrationsniveau på gulv og er fastsat ud fra genevirkningen for mennesker. Grænseværdien gælder for den maksimale værdi for det KB-vægtede accelerationsniveau  $L_{aw}$  under anlægsaktiviteten. Grænseværdierne er generelle og knytter sig ikke specifikt til anlægsarbejde eller bestemte vibrationskilder.

Tabel 3-2 Vejledende grænseværdier for acceptabel vibrationskomfort jf. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997.

Områdetype	Vægtet accelerationsniveau, $L_{aw}$ (1-80 Hz) dB(KB) re. $10^{-6}$ m/s <sup>2</sup>
Boliger i boligområde (hele døgnet)	75
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18-07	
Børneinstitutioner og lignende	
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07-18	80
Kontorer	
Undervisningslokaler o.l.	
Erhvervsbebyggelse	85

Strukturlyd vurderes ud fra Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier i henhold til tabel 3-3. Disse værdier sikrer, at 97 % af befolkningen ikke vil føle sig generet af påvirkningen, jf. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997.

Tabel 3-3 Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for acceptabel **strukturel lyd** jf. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997. Lavfrekvent støj,  $L_{pA,LF}$ , i frekvensområdet 10 Hz til 160 Hz, vurderet over en 10 minutters periode.

Anvendelse	A-vægtet lydtrykniveau, (10-160 Hz) dB(A) re. 20µPa
Beboelsesrum, herunder børneinstitutioner og lignende aften/nat (kl. 18 - 07)	20
Beboelsesrum, herunder børneinstitutioner og lignende dag (kl. 07 - 18)	25
Kontor, undervisningslokaler og andre lignende støjfølsomme rum	30
Øvrige rum i virksomheder	35

## 4 Metode

### 4.1 Støj

Idet de forskellige anlægsaktiviteter må forventes at foregå med forskellig placering langs projektet og i forskellige perioder, er det vanskeligt at give et retvisende billede af variationerne af støjpåvirkningen i løbet af hele anlægsfasen.

Det er derfor valgt, at lave overslagsberegninger af støjen fra udvalgte, meget støjende anlægsaktiviteter og opgørelser af antallet af boliger, der kan få en støjpåvirkning som er højere end støjgrænseværdien.

Støjberegningerne er udført med en simplificeret metode baseret på Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993 "Beregning af ekstern støj fra virksomheder", hvor:

- › Det er generelt antaget, at aktiviteterne er i effektiv drift 75 % af tiden i dagperioden og 100 % af tiden aften/nat, da referenceperioden er hhv. én time og en halv time.
- › Det er forudsat at etablering af arbejdspladser og transport med lastbiler kun foregår i dagperioden.
- › Det er forudsat at terrænet overalt er akustisk blødt
- › Det er forudsat, at støjen i større afstande dæmpes med 3 dB som følge af afskærmning fra boliger i første husrække

Beregningerne giver således et udtryk for støjniveauet i "worst case".

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

På baggrund af Banedanmarks "Stadieplan for flytning af perron i 2026" er der udvalgt en række aktiviteter, som vurderes at kunne give væsentlige støjpåvirkninger ved de omkringliggende boliger. For disse aktiviteter er der vurderet omfang (antal) af maskiner og driftstider.

Baseret på maskinernes forventede støjudsendelse (lydeffekt) er det beregnet, i hvilken afstand fra den pågældende anlægsaktivitet støjniveauet er lig støjgrænseværdien for henholdsvis normal arbejdstid (70 dB) og øvrige tidsrum (40 dB). Denne afstand betegnes "grænseværdiafstanden". Placering af anlægsaktiviteterne er vurderet jf. stadiplanen og antaget som en linje eller repræsentative punkter, hvorfra grænseværdiafstanden er beregnet.

De beregnede grænseværdiafstande fremgår af Tabel 4.

Tabel 4 Støj fra udvalgte støjende anlægsaktiviteter og beregnede grænseværdiafstande.

Stadie/Anlægsaktivitet	Maskiner	Kildestyrke (dB)	Antal/driftstid	Samlet kildestyrke (dB)	Afstand til 70 dB (m)	Afstand til 40 dB (m)
0 /forberedende arbejder	mobilkran gravemaskine gaffeltruck lastvogn	102 103 102 101	1 / 75 % 1 / 75 % 1 / 75 % 1 pr. time	108	17	-
1 /kørestrøms fundamenter	mobilkran lille gravemaskine borerig til fundament lastvogn	102 100 105 101	1 / 75 % 1 / 75 % 1 / 75 % 1 pr. time	108	18	320
2a1-2b /sporarbejde	stor gravemaskine mobilkran tromle-/pladevibrator lastvogn	106 100 105 101	2 / 75 % 1 / 75 % 1 / 75 % 2 pr. time	112	27	500
3a-3b /nedbrydning af konstruktioner	hydraulisk pighammer gravemaskine lastvogn	115 103 101	1 / 75 % 1 / 75 % 2 pr. time	116	36	570
4a-4b /sporarbejde	gravemaskine mobilkran lastvogn	103 102 101	1 / 75 % 1 / 75 % 2 pr. time	108	17	500
4c /nedvibrering af spuns	hydraulisk vibrator mobilkran	115 102	1 / 50 % 1 / 50 %	115	36	620
4d-6 /konstruktions arbejder	gravemaskine betonbil mobilkran lastvogn	103 101 102 101	1 / 75 % 1 / 75 % 1 / 75 % 2 pr. time	109	19	325
7a-7c /nedbrydning af konstruktioner	hydraulisk pighammer gravemaskine lastvogn	115 103 101	1 / 75 % 1 / 75 % 2 pr. time	116	36	570



Anlægsarbejder, der skal udføres udenfor normal arbejdstid, må for nogle aktiviteter forventes at have et stort omfang pga. behov for sporspærringer som også omfatter nat- og weekendperioder.

## 4.2 Vibrationer

Vibrationspåvirkningen i anlægsfasen beregnes for relevante anlægsaktiviteter og resultaterne sammenlignes med de vejledende grænseværdier givet i afsnit 3.2.2.

### 4.2.1 Afgrænsning

Findes der i relativ nærhed til anlægsarbejdet særligt vibrationsfølsomme bygningskonstruktioner eller aktiviteter i bygninger såsom hospital, kirke, trykkeri, serverrum etc., bør forholdene undersøges på et mere detaljeret grundlag, inden anlægsaktiviteterne sættes i gang. Det skyldes, at vibrationer ved disse bygninger muligvis kan forårsage alvorlige forstyrrelser af bl.a. teknisk udstyr. Dette er ikke inkluderet her.

Ud fra erfaringer med lignende projekter vurderes det, at niveauerne for infralyd vil være langt under grænseværdien. Derfor er der ikke gennemført nærmere undersøgelser af infralyd.

Strukturlyd for anlægsaktiviteter behandles sædvanligvis kun for aktiviteter, hvor det forventes, at den strukturbårne støj vil være større end den luftbårne støj. Dette vurderes, baseret på erfaring, ikke at være tilfældet her.

For de tilfælde, hvor de estimerede vibrationsniveauer overskrider grænseværdierne eller restriktionerne i forhold til arbejdstiden, vurderes det, om ændrede arbejdsmetoder eller vibrationsdæmpende tiltag er nødvendige (afværgetiltag), se afsnit 6.2.

### 4.2.2 Beregningsmetode

Vibrationsbelastningen fra anlægsarbejderne er beregnet på grundlag af oplysninger om forventede anlægsmetoder for projektet. Vibrationsbelastningen for nabobygninger ved de enkelte anlægsaktiviteter er beregnet med en vibrationsmodel udviklet af COWI. Vibrationsmodellen er baseret på en given kildestyrke for en specifik anlægsaktivitet, lokal geoteknisk information, afstand fra aktiviteten til den undersøgte bygning samt bygningens dynamiske egenskaber.

Med udgangspunkt i kildestyrken for en given anlægsaktivitet reduceres vibrationsniveauet gennem udbredelse i jorden fra aktiviteten til de nærliggende bygninger. Herefter transmitteres vibrationerne til bygningsfundament og op gennem bygningen til konstruktionens gulv og vægge. Dette har betydning for vibrationsniveauet på grund af dæmpningen i overgangen mellem jord og fundament samt den frekvensafhængige dynamiske forstærkning i bygningen. Oftest er vibrationsniveauet højere på gulvet end på bygningsfundamentet på grund af resonans af bygningens konstruktionsdele. Dæmpningen i overgangen mellem jord og fundament er mere betydelig for strukturer med større volumen som etageejendomme, end for mindre bygninger som parcelhuse.

Vibrationsbelastningen for nabobygninger til anlægsaktiviteten er baseret på måleresultater fra tidligere tilsvarende arbejder. Resultaterne er angivet som minimumsafstande, hvor der inden for disse kan være risiko for bygningsskadelige vibrationer og/eller vibrationer, der kan påvirke komforten.

Beregningsresultaterne indeholder ikke effekten af eventuelle afværgeforanstaltninger.

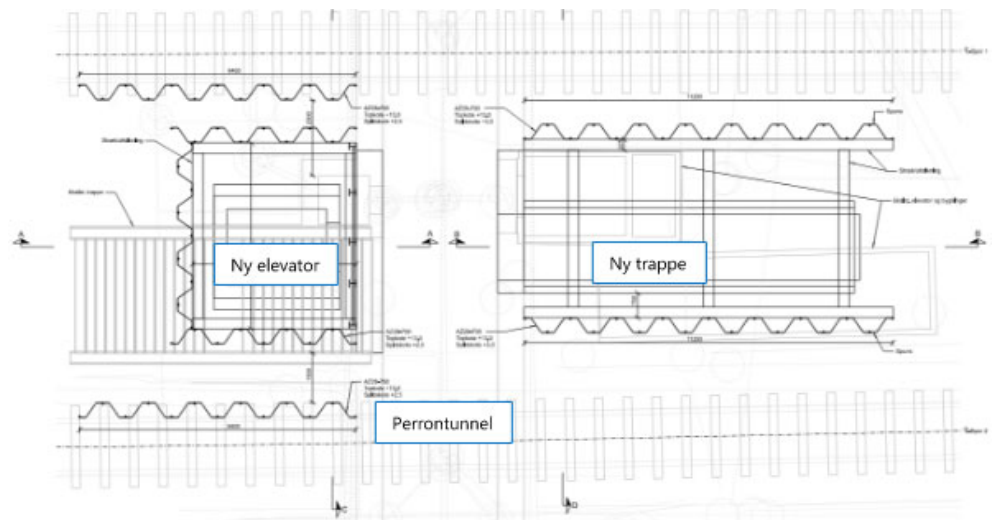
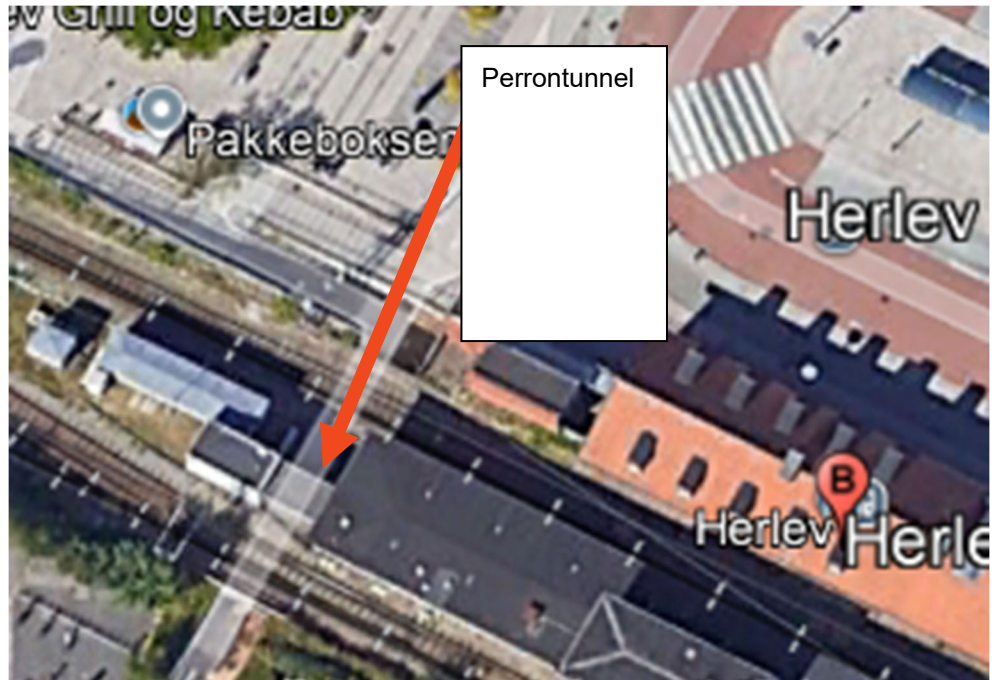
#### 4.2.3 Undersøgte anlægsaktiviteter

Vibrationsbelastningen fra anlægsarbejderne er beregnet på grundlag af oplysninger om de planlagte anlægsarbejder og -metoder. De vibrationstunge anlægsaktiviteter, der vurderes i dette notat er:

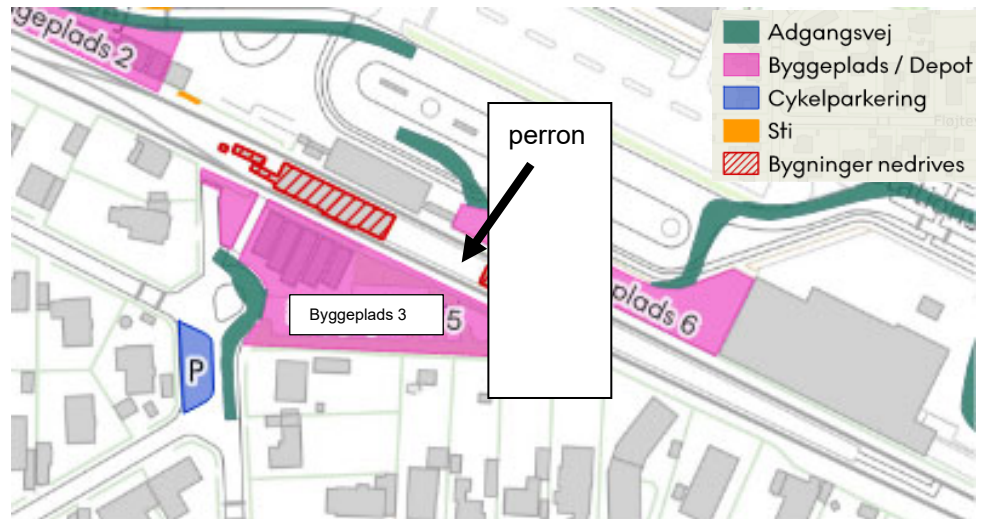
- › Etablering af spuns omkring perrontunnel. Der planlægges spuns til ca. 10 m dybde. Spuns nedbringes ved vibrering.
- › Nedrivning af konstruktioner ved perrontunnel og perron, nedrivning af fundamenter, nedrivning af gammel perron. Nedrivningen er oplyst til at foretages ved afmontering af konstruktionselementerne, men nedbrydning med hydraulisk hammer undersøges også, for at være på den sikre side.
- › Tung transport med lastbiler på befæstede køreveje. Det antages, at det primært er byggeplads 1-3, der er relevant i denne forbindelse.
- › Boring af huller til pæle i forbindelse med mastefundamenter.

Det vurderes, at vibrationsbelastningen fra tung transport på befæstede veje til og fra arbejdspladserne ikke vil afvige mærkbart fra den eksisterende trafikbelastning på gader og veje.

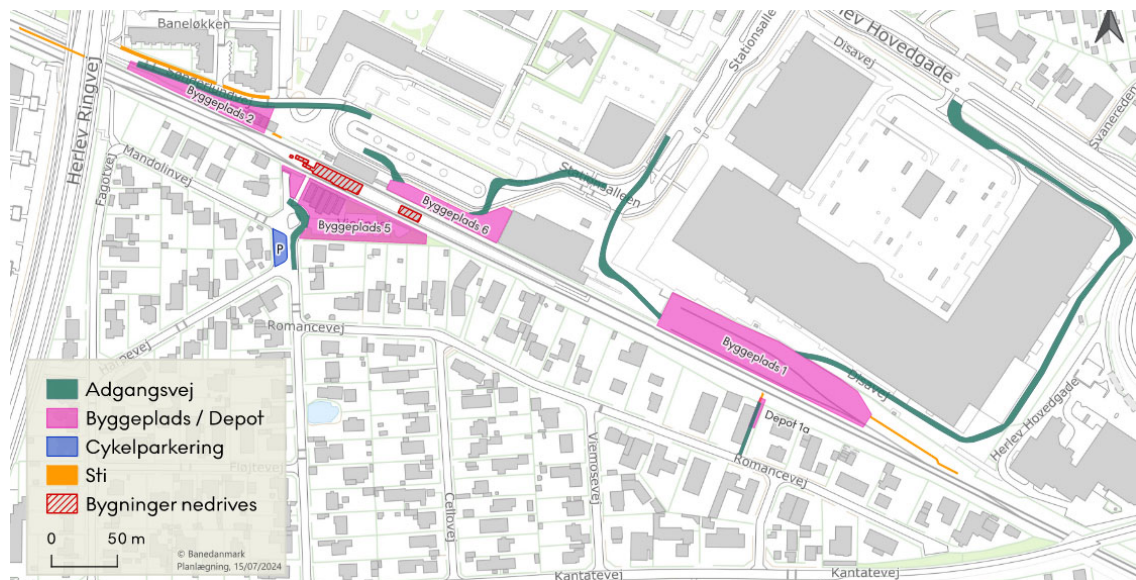
I de følgende figurer er vist oversigter over placeringen af de enkelte anlægsarbejder ifølge materiale modtaget. Ved ændringer i placeringerne kan de beregnede minimumsafstande i afsnit 4.2.4 benyttes til at vurdere, hvilke (nye) bygninger der evt. påvirkes.



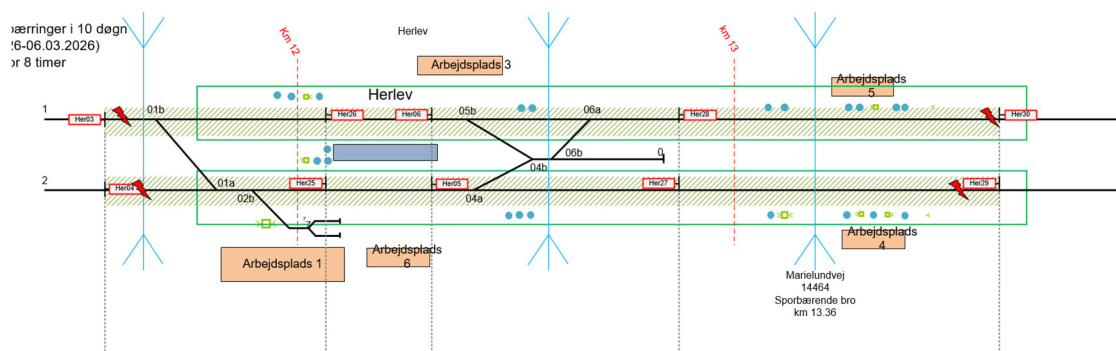
Figur 4-1 Oversigtskort perrontunnel, hvor der skal etableres spuns og indfatningsvægge.



Figur 4-2 Oversigtskort over nedrivning, eksisterende bygninger og perron.



Figur 4-3 Oversigtskort over adgangsveje og byggepladser for stationsområdet.



Figur 4-4 Oversigtskort over placering af mastefundamenter (signatur: blå cirkler) og bardunmaster (signatur: grøn firkant m barduner indikeret på hver side). Bemærk at figuren har nord nedad).

#### 4.2.4 Minimumsafstande

De estimerede minimumsafstande, hvor grænseværdierne for henholdsvis bygningsskadelige vibrationer og acceptable vibrationskomfort netop forventes overholdt, angives i det følgende.

Minimumsafstande for bygningsskadelige vibrationer er anført i Tabel 4-5 og Tabel 4-6. De er beregnet ud fra kildestyrken for de undersøgte anlægsaktiviteter og bygningstypernes antagne dynamiske egenskaber. For følsomme bygninger er anvendt den mest konservative værdi for hhv. parcelhuse og etageejendomme. For industribygninger og infrastrukturanlæg er antaget bygningstypen som etageejendomme.

*Tabel 4-5 Estimerede minimumsafstande til nærtliggende bygninger ved etablering af spuns og nedbrydning, **bygningsskadelige vibrationer.***

Anvendelse	Min. afstand ved nedvi- brerung af spuns (m)	Min. afstand ved anven- delse af hydraulisk hammer (m)
Industribygninger og infrastrukturanlæg	<5	<5
Normale etageejendomme	7	<5
Normale parcelhuse	17	<5
Følsomme bygninger, såsom bevarings- værdige og fredede bygninger	22	<5

*Tabel 4-6 Estimerede minimumsafstande til nærtliggende bygninger ved transport og boring til pæle, **bygningsskadelige vibrationer.***

Anvendelse	Min. afstand ved tung transport (m)	Min. afstand ved boring til pæle (m)
Industribygninger og infrastrukturanlæg	<5	<5
Normale etageejendomme	<5	<5
Normale parcelhuse	<5	<5
Følsomme bygninger, såsom bevarings- værdige og fredede bygninger	<5	<5

For acceptabel vibrationskomfort er i Tabel 4-7 og Tabel 4-8 angivet minimumsafstande til, hvor der kan forekomme vibrationsgener. For boliger er angivet to tal, det første for etageejendomme, det andet for parcelhuse. For erhvervsbebyggelse er anvendt analyseværdier for etageejendomme.

Tabel 4-7 *Estimerede minimumsafstande til nærliggende bygninger ved etablering af spuns og nedbrydning, **vibrationskomfort**. Ved to værdier angiver den første etageejendomme, den anden parcelhuse.*

Områdetyper	Min. afstand ved nedvibrering af spuns (m)	Min. afstand ved anvendelse af hydraulisk hammer (m)
Boliger i boligområde (hele døgnet) Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18-07 Børneinstitutioner og lignende	85 / 97-	7 / 9
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07-18 Kontorer Undervisningslokaler o.l.	67 / 81	6 / 7
Erhvervsbebyggelse	52	<5

Tabel 4-8 *Estimerede minimumsafstande til nærliggende bygninger ved transport og boring til pæle, **vibrationskomfort**. Ved to værdier angiver den første etageejendomme, den anden parcelhuse.*

Områdetyper	Min. afstand ved tung transport (m)	Min. afstand ved boring til pæle (m)
Boliger i boligområde (hele døgnet) Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18-07 Børneinstitutioner og lignende	6 / 7	9 / 11
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07-18 Kontorer Undervisningslokaler o.l.	4 / 5	6 / 8
Erhvervsbebyggelse	<5	<5

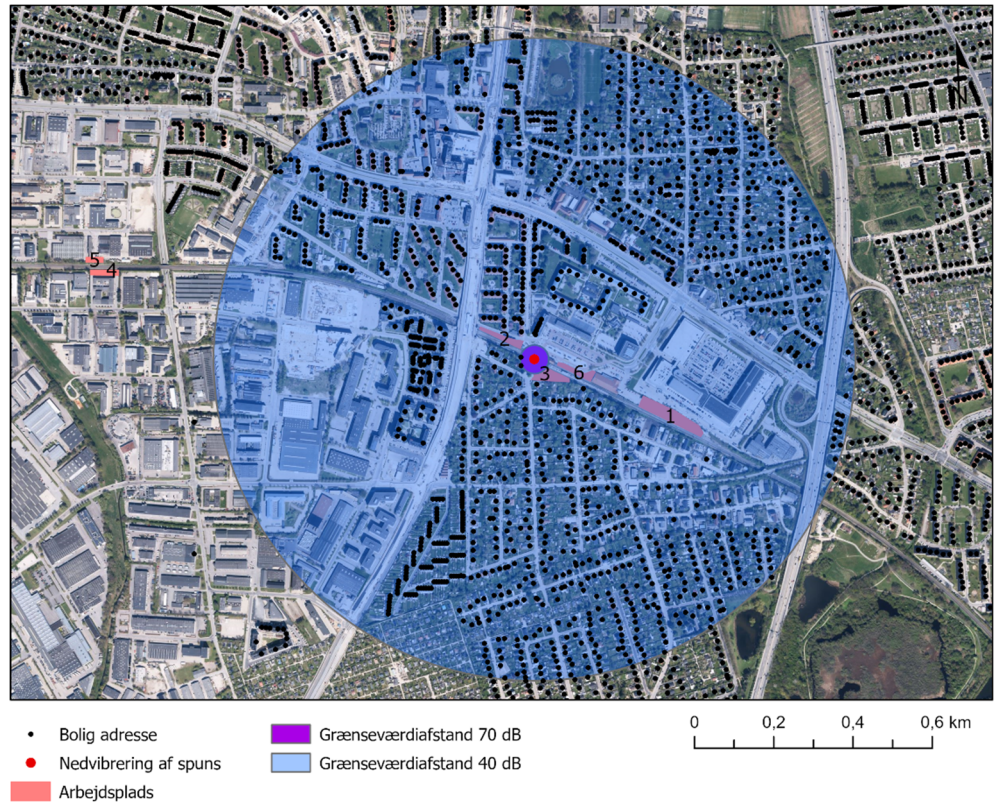
## 5 Resultater

### 5.1 Støj

Baseret på de beregnede afstande til de to grænseværdier for henholdsvis normal arbejdstid på hverdage (70 dB(A)) og øvrige tidsrum (40 dB(A)) er der via GIS optegnet støjkonsekvenszoner for de forskellige anlægsaktiviteter.

Det er på baggrund af de fastlagte støjkonsekvenszoner optalt, hvor mange boliger (digitale adressepunkter for boliger) der i løbet af anlægsperioden potentielt vil kunne blive udsat for støjniveauer, som er højere end henholdsvis 70 dB(A) og 40 dB(A).

Nedenstående figur viser et eksempel på fastlæggelse af støjkonsekvenszone omkring anlægsaktivitet med nedvibrering af spuns ved perrontunnel samt adressepunkter for boliger.



Figur 5 Eksempel på støjzoner omkring en anlægsaktivitet (nedvibrering af spurs).

I Tabel 9 er oplyst antallet af boliger, som i løbet af anlægsperioden potentielt vil kunne blive udsat for støj over henholdsvis 70 dB(A) i dagperioden på hverdage og 40 dB(A) i øvrige tidsrum.

Tabel 9 Stadier for anlægsaktiviteter og antal potentielt støjpåvirkede boliger på hverdage i dagperioden samt øvrige perioder.

Stadie	Anlægsaktivitet	Varighed (døgn)	Antal boliger	
			70 dB(A)	40 dB(A)
0	forberedende arbejder	35	0	-
1	kørestrøms fundamenter	28	2	2373
2a1-2b	sporarbejde	17	0	2650
3a-3b	nedbrydning af konstruktioner	32	1	2528
4a-4b	sporarbejde	20	0	2988
4c	nedvibrering af spurs	10	1	4135
4d-6	konstruktions arbejder	48	0	1708
7a-7c	nedbrydning af konstruktioner	27	2	2672

Der vil i løbet af den samlede anlægsperiode forekomme forskellige anlægsaktiviteter med forskellig placering og varighed og følgelig med varierende støjpåvirkning af boligerne omkring projektet.

Det skal præciseres, at opgørelsen viser antallet af boliger som på et eller andet tidspunkt i løbet af anlægsperioden vil kunne blive udsat for støjniveauer som er højere end grænseværdien. Det er således ikke nødvendigvis antallet af boliger der på samme døgn bliver udsat for høje støjniveauer fra den pågældende anlægsaktivitet.

Der vil dog også være længerevarende "stille" perioder, hvor der ikke foregår væsentligt støjende anlægsaktiviteter.

## 5.2 Vibrationer

I det følgende gennemgås hver af de potentielt kritiske anlægsaktiviteter givet i afsnit 4.2.3.

Det bemærkes, at den helt eksakte position for anlægsarbejdet er behæftet med nogen usikkerhed og det samme gælder derfor også for de kritiske områder (områder indenfor minimumsafstande fra anlægsarbejdet).

Endvidere vil etablering af spuns i forbindelse med perrontunnelen sandsynligvis kunne give små flytninger af sporene forårsaget af vibrationerne fra spunsningen, men sporene vil også kunne påvirkes af det generelle anlægsarbejde omkring perrontunnelen, og særlig opmærksomhed skal derfor under alle omstændigheder gives disse.

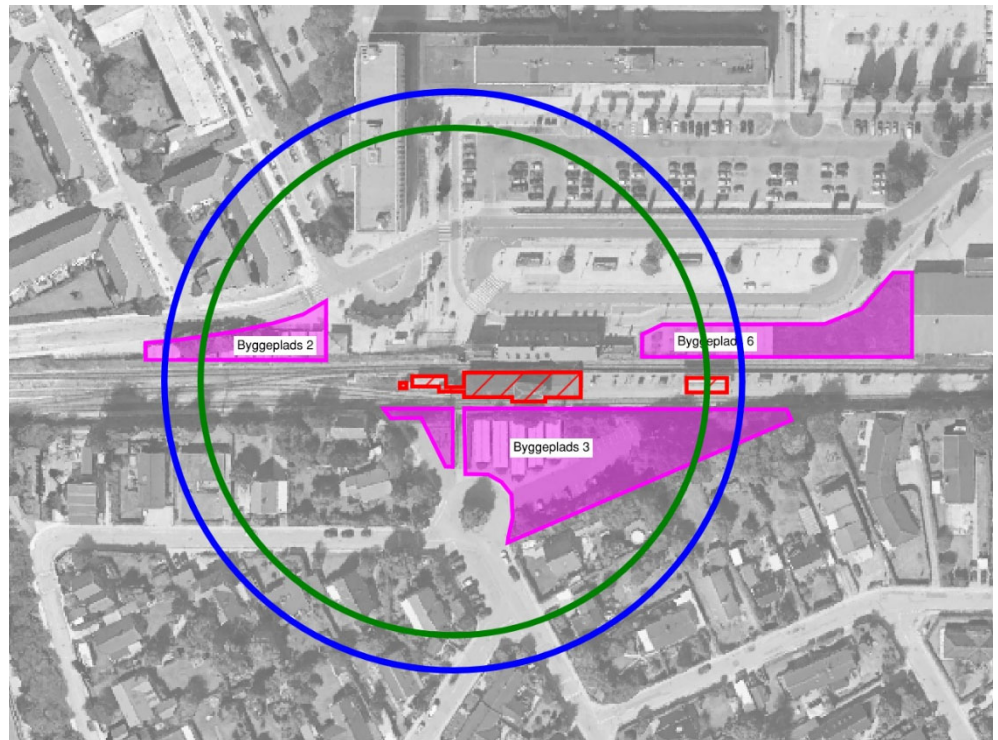
Beregningerne i dette notat er lavet med en empirisk model, som baserer sig på målinger foretaget under forskellige typer af anlægsarbejde. Der er derfor en statistisk usikkerhed forbundet med beregningerne. Parametre, som kan have indflydelse på vibrationsniveauet, kan bl.a. være geotekniske forhold, benyttede anlægsmetoder og benyttede maskiner samt håndteringen af disse.

### 5.2.1 Etablering af spuns

Den mest vibrationstunge metode, nedvibrering af spuns, har en maksimum kritisk afstand på 22 m for bygningsskadelige vibrationer, ifølge Tabel 4-5, og dette gælder følsomme bygninger. For normale parcelhuse er den kritiske afstand maks. 17 m. Indenfor denne afstand af spunsningen ligger kun perron- og stationsbygningerne samt cykelparkeringshalvtag syd for sporene.

Med hensyn til komfortgener, så ses af Tabel 4-7 at minimumsafstanden (mest kritiske værdi, nedvibrering, hele døgnet) er estimeret til at ligge på 85 m for etageejendomme og 97 m for parcelhuse. Nedenfor vises et kort hvor de mest kritiske minimumsafstande fra perrontunnelen er vist for etageboliger og parcelhuse.





Figur 5-6 Boliger indenfor en afstand af 85 (etageboliger, grøn) m og 97 m (parcelhuse, blå) fra vibreret spunsning ved perrontunnel. Afstandene er for arbejde om natten.

Indenfor disse grænser ligger 147 etageboliger hhv. 9 parcelhusboliger. Disse boliger vil altså for nedvibrering af spuns om natten være i risiko for overskridelse af grænseværdierne for komfortvibrationer.

### 5.2.2 Nedbrydning med hydraulisk hammer

For nedbrydning af perron og perronbygninger vurderes også kun, at stationsbygningerne kan komme indenfor kritisk afstand mht. bygningsskader.

Det vurderes, at der ikke er høj risiko for generende vibrationer.

### 5.2.3 Tung transport på befæstede arealer

Her er der bygninger relativt tæt på byggepladser 2, 5 og 6, men de beregnede minimumsafstande vurderes ikke at overskrides for kørsel på byggepladsen.

Det vurderes, at der ikke er høj risiko for generende vibrationer.

### 5.2.4 Boring til pæle

Det vurderes heller ikke, at boring til pæle for mastefundamenter vil udgøre en risiko for skader på nærtliggende bygninger.

Det vurderes, at der ikke er høj risiko for generende vibrationer.

## 6 Afværgeforanstaltninger

### 6.1 Støj

Det er generelt vanskeligt at reducere støjen fra anlægsaktiviteter. Arbejdet foregår spredt over store arealer med forskellige maskiner, som flyttes løbende og derfor ofte kræver adgangsveje fra flere retninger, hvorfor placering af en hensigtsmæssig støjafskærmning vanskeliggøres.

Der findes dog f.eks. mobile støjskærme opbygget af moduler monteret på trafikværn af beton. Støjskærmene kan kobles sammen med sluser/porte og kan derved erstatte almindelige arbejdspladshegn som adgangssikring til lukkede arbejdsarealer.

Denne type af støjskærme har typisk en højde på ca. 2,5 m, og ved anlægsaktiviteter som f.eks. nedvibrering af spuns og boring af sekantpæle, hvor aktiviteten i starten foregår i større højde, vil der ikke forventes nogen hørbar reduktion af støjen. Der vil som sådan skulle etableres en væsentlig højere (4 m) støjafskærmning for at opnå en hørbar/markant reduktion af støjen. Som eksempel vil der med en 4 m høj støjafskærmning og en kildehøjde på 2 m, kunne forventes en reduktion af støjen med 5-10 dB ved lav bebyggelse i 1 til 2 etager, mens der ved nærliggende etageboligbebyggelser med mere end 2 etager ikke vil forventes nogen betydende effekt.

Som alternativ til egentlige støjskærme findes der "støjmatter", der typisk består af to lag plastmateriale med isolering imellem og som kan monteres på traditionelle arbejdspladshegn af trådnat. Disse kan også anvendes ved lokal støjafskærmning af f.eks. generatorer, kompressorer og andet støjende teknisk udstyr.

For alle typer af støjafskærmning gælder, at effekten afhænger af placering og højde i forhold til støjilden, dvs. at der med en høj støjskærm placeret tæt på støjilden opnås den bedste afskærmning af støjen.

Når der er behov for at arbejde uden for normal arbejdstid, vil der skulle ansøges om dispensation fra de kommunale forskrifter i forhold til udførelse af støjende anlægsaktiviteter uden for dagperioden på hverdage.

De berørte kommuner kan i særlige tilfælde, f.eks. i forhold til samfundsmæssige, trafikale eller byggetekniske forhold, træffe afgørelse om dispensation fra forskriftens arbejdstider og grænseværdier.

Dette vil normalt kræve, at der er foretaget en vurdering af støjgenens omfang og varighed samt mulige relevante afværgeforanstaltninger, i det omfang dette er teknisk og økonomisk muligt.

I forbindelse med væsentligt støjende anlægsaktiviteter som f.eks. nedvibrering af spuns eller nedbrydning af konstruktioner, eller i situationer, hvor det er nødvendigt at arbejde uden for normal arbejdstid, vil information til de nærmeste naboer om arbejdets omfang og varighed kunne imødekomme mange klager over evt. støjgener.

Generelt bør der henstilles til entreprenøren at anvende så støjsvage maskiner som muligt.

## 6.2 Vibrationer

Hvor grænseværdierne overskrides, kan afværgetiltag komme på tale. Valg af støj- og vibrationsdæmpende foranstaltninger skal koordineres, så der opnås en optimal løsning med hensyn til begrænsningen af både støj og vibrationer.

### 6.2.1 Bygningsskadelige vibrationer

En mulighed er, at der udføres test af anlægsaktiviteter på udvalgte nøglepunkter, hvor anlægsarbejdet kan vise sig at være kritisk. Vibrationsmålinger i forbindelse med tests skal foretages i samme afstand til vibrationskilden som den potentielt påvirkede bygning/konstruktion. Herved vil det kunne vurderes, om de estimerede vibrationsniveauer afviger fra de faktiske målte. Dette er særligt relevant for bygningsskadelige vibrationer.

Hvis vibrationsmålingerne viser sig kritiske sammenlignet med de estimerede niveauer, skal der i samråd med entreprenøren findes en mere skånsom måde at udføre anlægsarbejdet på. Det bemærkes i denne sammenhæng, at høje vibrationsniveauer oftest forekommer, når anlægsgudstyret (bor, spuns, etc.) støder på uforudsete forhindringer, som oftest kan fjernes ved brug af dertil egnede metoder.

### 6.2.2 Komfortgener

En væsentlig metode til at imødegå problemer med mulige komfortvibrationsgener er at informere naboer/brugere, før aktiviteten påbegyndes. Disse vil derfor blive informeret om forventet start- og sluttidspunkter for støjende og vibrationsskabende arbejder samt generenes art og karakter.

### 6.2.3 Overvågning

Det anbefales altid, at de konstruktioner, hvor der forventes overskridelser af grænseværdierne for bygningsskadelige vibrationer overvåges, så arbejdet kan standses, hvis grænseværdierne for bygningsskadelige vibrationer overskrides.

Efterfølgende skal årsagen til overskridelsen af grænseværdien identificeres, og der skal i samråd med entreprenøren findes en mere skånsom metode til fortsættelse af anlægsarbejdet.

Det skal understreges, at nærværende vurdering er bygget på kortmateriale og omtrentlige placeringer af spunsarbejdet, og at man i planlægnings- og udførelsesfasen bør udføre en mere detaljeret gennemgang af de konkrete risici.

## 7 Opsummering

Nedvibrering af spuns er vurderet at være den mest støjende anlægsaktivitet. Dette forventes at ville foregå i perioder i løbet af ca. 10 dage i dagtimerne. I det spunsning kun udføres i dagtimerne vil kun 1 bolig være udsat for støj højere end grænseværdien på 70 dB(A).

Tilsvarende kan ca. 160 boliger være belastet af vibrationer over grænseværdien.

I løbet af anlægsperioden hvor der foregår andre støjende aktiviteter i natperioden, er det vurderet at ca. 2.500 boliger potentielt kan blive udsat for støj som er højere end 40 dB(A).

For så vidt angår vibrationer er det fundet, at der ikke er andre aktiviteter der vil medføre vibrationsbelastning af boliger over grænseværdien.