

1. STØJ OG VIBRATIONER

1.1 Fakta om støj

Støjens styrke angives i decibel (forkortet: dB). 0 dB svarer til den svageste lyd et menneske kan høre. 120 dB er så kraftig støj, at det kan gøre ondt i ørerne. Ofte vil man se, at der skrives dB(A). "(A)" betyder, at angivelsen af støjniveauet er tilpasset den måde et menneske opfatter støjen.

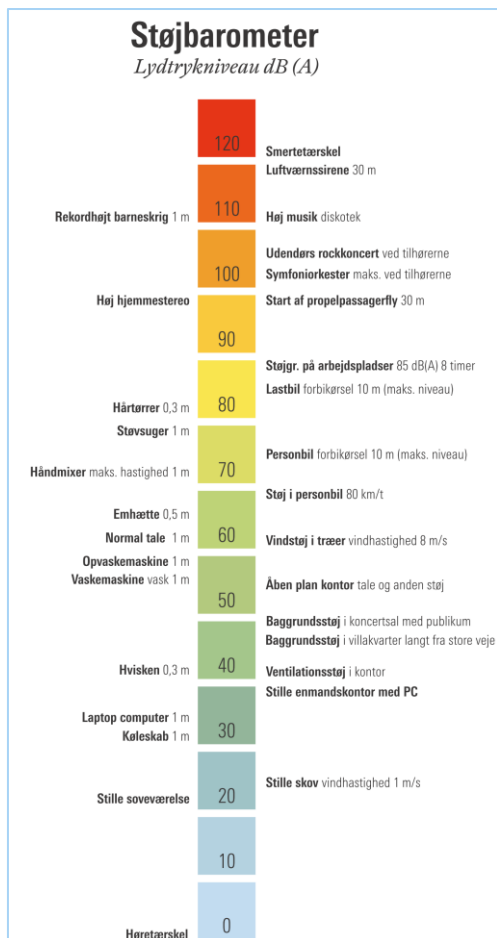
En ændring i støjniveau på 3 dB svarer til en beregningsmæssig fordobling eller halvering af støjniveauet (f.eks. ved en fordobling eller halvering af trafikken på en vej), men en 3 dB ændring opfattes kun som en lille ændring af det oplevede støjniveau. En ændring på 8 - 10 dB opfattes som en halvering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

Som en tommelfingeregel kan man regne med, at ændringer i støjniveauer opleves på følgende måde (Tabel 1-1), herunder hvor store ændringer, der skal til.

Ændring i støjniveau	Oplevet ændring	Ændringen kan optræde som følge af...
1 dB	Kan næsten ikke opfattes	Ændret hastighed med 10 km/t eller ændring i trafikmængden med 25 %
3 dB	En lille ændring	Ændret hastighed med 20 km/t, ændring i trafikmængden med 50 % eller fordobling eller halvering af afstanden til vejen
6 dB	En væsentlig ændring	Reduktion af trafikmængden med 65 % eller brug af støjvolde eller støjskærme
10 dB	En stor ændring - opfattes som en halvering/fordobling	Reduktion af trafikken til en tiendedel eller 10 gange så meget trafik

Tabel 1-1. Oplevet ændring i støjniveau.

Af nedenstående Figur 1-1 kan typiske støjniveauer ses.



Figur 1-1. Typiske støjniveauer (kilde: DELTA).

1.2 Fakta om vibrationer

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

Der kan under særlige omstændigheder opstå vibrationer i en bygning i forbindelse med anlægsarbejder. Anlægsarbejder kan give anledning til vibrationer, som kan stamme fra aktiviteter som opbrydning af beton, komprimering af jord samt ramning af spuns.

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

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

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

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

1.3 Grænseværdier

De vejledende støj- og vibrationsgrænser er beskrevet i det følgende.

1.3.1 Kriterieværdier for støj fra anlægsarbejde

Støjende anlægsarbejde skal, inden det påbegyndes, anmeldes til den kommune, hvor arbejdet udføres. Kommunen har dermed mulighed for at stille krav om begrænsning af evt. gener fra støj og andre påvirkninger.

Der er i Danmark ikke fastsat generelle vejledende grænseværdier for støj fra anlægsarbejde, men det er almindelig praksis at vurdere støj fra anlægsarbejder i forhold til de kriterieværdier og almindelige arbejdstider, der fremgår af Tabel 1-2. Hvis kriterieværdierne overholdes, anses støjen fra anlægsarbejdet som ikke væsentlig. Det er praksis, at støjhensyn ved anlægsarbejde fortrinsvis tager sigte på at begrænse gener for helårsboliger og tilsvarende.

Disse kriterier anvendes bl.a. af Københavns Kommune¹, men også af en række andre kommuner.

Tidsrum	Kriterieværdi for væsentlig støj
Almindelig arbejdstid (dagperioden på hverdage, mandag til fredag kl. 07 – 18)	70 dB(A)
Alle andre tidsrum	40 dB(A)

Tabel 1-2. Kriterieværdier for væsentlig støj fra anlægsarbejde. Værdierne er det energiækvivalente, korrigerede, A-vægtede støjniveau, støjbelastningen, L_r i dB. Kriterieværdierne anvendes til vurdering af støj på facaden af helårsboliger og tilsvarende.

Kriterieværdierne er ækvivalente støjniveauer, dvs. et gennemsnitligt støjniveau over en given periode. Perioden, der skal tages gennemsnit over, varierer over døgnet og over ugen²:

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

1.3.2 Vejledende grænseværdier for vejstøj

Vejtrafikstøjen er i denne undersøgelse vurderet i henhold til de vejledende grænseværdier i Miljøstyrelsens vejledning om støj fra veje (se Tabel 1-3)³.

¹ Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen, december 2016: Bygge- og anlægsforskrift i København.

² Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1984, Ekstern støj fra virksomheder.

³ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4/2007, Støj fra veje

Hvis en bolig udsættes for støj over L_{den} 58 dB, betragtes den som støjbelastet. Er støjen over L_{den} 68 dB, betragtes boligen som stærkt støjbelastet.

Områdetype	Vejledende grænseværdi
Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser o.l.	L_{den} 53 dB
Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler o.l. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og parker	L_{den} 58 dB
Hoteller, kontorer m.v.	L_{den} 63 dB

Tabel 1-3. Vejledende grænseværdier for vejtrafikstøj

De vejledende grænseværdier for vejtrafikstøj gælder for udlægning af nye støjfølsomme områder langs eksisterende veje. De gælder som udgangspunkt ikke for planlægning af nye veje og varige trafikomlægninger nær eksisterende bebyggelse. Grænseværdierne benyttes dog normalt som udgangspunkt ved vurdering af støjpåvirkningen fra nye vejanlæg.

1.3.3 Vibrationer

Ved anlægsarbejder og for aktiviteter i driftsfasen vurderes vibrationspåvirkningen i forhold til komfortgrænseværdier angivet i Tabel 1-4⁴.

Områdetype	Vejledende grænseværdi L_{aw}
Boliger i rene boligområder (hele døgnet)	75 dB(KB)
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 18 – 07 Børneinstitutioner og lignende	
Boliger i blandet bolig/erhvervsområde kl. 07 – 18 Kontorer, undervisningslokaler og lignende	80 dB(KB)
Erhvervsbebyggelse	85 dB(KB)

Tabel 1-4. Vejledende komfortgrænseværdier for vibrationer.

Menneskers følegrænse for vibrationer ligger omkring 71-72 dB(KB), og et vibrationsniveau på 75 dB(KB) vil kunne føles. De fleste mennesker kan acceptere et sådant vibrationsniveau, men enkelte mennesker vil føle sig generet af det.

⁴ Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9/1997, Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø.

I forbindelse med anlægsprojekter er vibrationspåvirkningen af nabobygninger ligeledes vurderet i forhold til grænseværdierne for bygningssskadelige vibrationer angivet i Tabel 1-5⁵.

Anvendelse	Svingningshastighed, v_{peak}		
	< 10 Hz	10 → 50 Hz	50 → 100 Hz
Industribygninger og infrastrukturanlæg	20 mm/s	20 → 40 mm/s	40 → 50 mm/s
Normale bygningskonstruktioner som almindeligt kontorbyggeri, lejligheds-komplekser, parcelhusbyggeri mv.	5 mm/s	5 → 15 mm/s	15 → 20 mm/s
Følsomme bygningskonstruktioner, herunder bevaringsværdige bygninger.	3 mm/s	3 → 8 mm/s	8 → 10 mm/s

Tabel 1-5. Vejledende grænser for bygningssskadelige vibrationer.

1.4 Støjberegninger

Støjberegningerne til belysning af de støjmæssige konsekvenser af en vej øst om Hedensted er udført som fladeberegninger 1,5 meter over terræn og gengivet som støjudbredelseskonturer i 5 dB intervaller ned til et støjniveau fra vejtrafikken på $L_{den} = 53$ dB. Samtidig er der udført en beregning af støjniveauet ved samtlige boligfacader i influensområdet. Disse resultater anvendes til optælling af antallet af støjbelastede boliger og beregning af støjbelastningstallet i de undersøgte situationer.

Støjberegningerne er udført med støjberegningsprogrammet Soundplan ver. 8.2, update 04.11.2020 og i henhold til Miljøstyrelsen vejledning om støj fra veje⁶ og Nord2000, håndbog om beregning af vejstøj i Danmark⁷. Beregningsmodellen Nord2000 er anvendt. Der er anvendt 4 vejklasser og 2 refleksioner i alle beregninger. Støjen er angivet ved støjindikatoren L_{den} .

Til støjberegningerne er der opbygget en 3-dimensionel model af influensområdet i støjberegningsprogrammet. I modellen indgår alle bygninger med oplysning om bygningshøjde og -anvendelse, terrænforholdene, større veje med oplysninger om trafikmængder, andel tung trafik, hastigheder, fordeling af trafikken over døgnet, type af vejbelægninger m.m.

1.4.1 Støjudbredelseskurver og støjkort

Til støjudbredelseskurverne er støjniveauet, L_{den} , beregnet 1,5 meter over terræn i et netværk af punkter med en indbyrdes afstand på 10 meter. Imellem punkterne interpoleres resultaterne af støjniveauet til fastlæggelse af støjkonturerne.

1.4.2 Forudsætninger for beregninger af støj fra vejtrafik

Følgende forudsætninger er benyttet ved beregning af støj fra veje:

- Terrænforholdene er modelleret med udgangspunkt i terrænpunkter fra Kortforsyningen⁸. Terrænet er forudsat at være akustisk blødt, bortset fra kørebaner, der er forudsat at være reflekterende.
- Bygninger er modelleret på grundlag af tegninger hentet fra Kortforsyningen. Bygningshøjden er beregnet på baggrund af det i BBR-data angivne etageantal. Bygningshøjden (i meter) er beregnet efter følgende formel: Etageantal * 3 + 2. Alle bygninger er forudsat

⁵ GGU, Karlsruhe. DIN 4150 teil 3 1999 – Erschütterungen im Bauwesen.

⁶ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4/2007, Støj fra veje.

⁷ NORD2000 – HÅNDBOG >>> Beregning af vejstøj i Danmark. Rapport 434 - Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen 2013.

⁸ www.download.kortforsyningen.dk

at være lydreflekterende med et refleksionsstab på 1 dB.

- Asfaltbelægninger er på alle veje forudsat at være af typen SMA 11, der er en standard vejbelægning.
- Trafikmængder er fastsat på baggrund af oplysninger i kapitel om trafik.
- Fordelingen af tung trafik på to kategorier er foretaget ud fra standardfordelinger i henhold til Nord2000, håndbog om beregning af vejstøj i Danmark.
- Hastigheder er fastlagt ud fra aktuelle skilte hastigheder. Alle hastigheder er sat til 80 km/t, med undtagelse af veje inden for byskilte i Hedensted by, her er den skilte hastighed 40 km/t.

1.4.3 Forudsætninger for beregninger af støj fra anlægsarbejde

Støj, der vil optræde i fremtiden, kan af gode grunde ikke måles, men må beregnes. Grundlaget for beregning af støj fra anlægsarbejdet er en viden om det materiel, der forventes anvendt, og om den støj, materiellet forventes at give anledning til. Disse oplysninger er baseret på et omfattende erfaringsmateriale fra andre større anlægsprojekter.

For visse støjklender er anvendt typiske standarddata (f.eks. lastbiler). Der er desuden anvendt en worst case betragtning ved udvælgelse af støjdata. Der indgår endvidere de foreløbige planer for arbejdets tilrettelæggelse, som de kendes på nuværende tidspunkt. Man skal være opmærksom på, at den efterfølgende detailplanlægning af anlægsarbejdet kan medføre ændringer i de forudsætninger, der er anvendt. Entreprenøren kan f.eks. vælge at anvende andre typer materiel og metoder end forudsat på nuværende tidspunkt.

Beregningerne i denne VVM-undersøgelse er gennemført for at belyse de støjmæssige konsekvenser af anlægsarbejderne. Resultaterne er sammenholdt med kriterieværdier, der erfaringsmæssigt svarer til de støjmæssige rammer, som typisk anvendes i miljøregulering af anlægsarbejder.

I henhold til miljøbeskyttelsesloven er det kommunerne der er tilsynsmyndighed for anlægsarbejder, og dermed også står for regulering af denne støj. Normalt vil der i forbindelse med detailprojekteringen af projektet blive udarbejdet en støjhåndteringsplan for anlægsarbejderne, som godkendes af kommunen. Planen udgør efterfølgende rammerne for støjreguleringen af anlægsarbejderne. Formelt skal entreprenøren anmelde støjende anlægsarbejde til kommunen før det igangsættes med oplysninger om, hvordan det vil blive udført og informationer om påvirkningen af boliger i omgivelserne med støj og vibrationer.

Oplysningerne om støjklendernes udsendelse af støj (deres lydeffektniveauer, driftstider og støjens frekvenssammensætning) er anvendt til at beregne, hvor langt man skal væk før støjen er faldet til kriterieværdien for støj fra anlægsarbejder på 70 dB(A) inden for normal arbejdstid. Disse beregninger er udført i overensstemmelse med Miljøstyrelsens vejledning om beregning af støj fra virksomheder⁹, men der er anvendt en række forenklinger:

- Beregningerne er udført for den eller de arbejdsprocesser, der vurderes at være mest støjende i de enkelte faser
- Der tages ikke hensyn til afskærmning og refleksioner fra eksisterende bygninger og andre konstruktioner
- Det er forudsat, at terrænet er akustisk blødt overalt
- Det er forudsat, at støjklenderne er placeret 3 meter over terræn og modtageren 1,5 meter over terræn.

⁹ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1993, Beregning af ekstern støj fra virksomheder.

Beregningsresultaterne er også repræsentative for modtagere placeret højere end 1,5 meter, f.eks. ved etageboliger, fordi beregningerne er udført uden indregning af en eventuel afskærmning fra bygninger mellem støjkilder og modtager.

Hvis en bolig ligger i støjmæssigt læ bag en anden bygning (er afskærmet), kan støjen i praksis være lavere. Det vil imidlertid forekomme, at de støjende aktiviteter flytter sig til en position, hvor boligen ikke længere ligger i læ. Samlet beskriver den anvendte metode støjforholdene i situationer, hvor støjen er kraftigst. Ofte vil man opleve, at støjen vil have lavere niveauer.

De beregnede afstande er derefter anvendt til vurdering af hvilke områder og boliger, der ved udførelse af de forskellige typer anlægsarbejder, kan blive udsat for støj over de kriterieværdier, der anvendes til vurdering af støj fra anlægsarbejde. I støjberegningerne indgår ikke, at støjen undertiden kan indeholde tydeligt hørbare impulser og toner. I så fald kan boliger i omgivelserne blive udsat for en ekstra gene.

Støjkilderne

Støjen fra maskiner og aktiviteter er beregnet på baggrund af deres støjkildstyrke (lydeffekt, L_{WA} i dB(A)). Kildestyrken er et udtryk for, hvor meget lydenergi støjkilden spreder i omgivelserne og er ikke udtryk for et støjniveau målt ved støjkilden. Støjberegningerne anvender kildestyrken til at beregne støjniveauet i omgivelserne. Støjniveauet omkring en støjkilde vil altid have væsentligt lavere værdier end kildestyrken, og det vil blive lavere med øget afstand.

De kildestyrker for de støjende maskiner, der er anvendt ved undersøgelse af støj fra anlæg af vejen øst om Hedensted, fremgår af Tabel 1-6.

Maskintype	Kildestyrke L_{WA} , dB	Reference
Gravemaskine, gummihjulslæsser, rende-graver, traktor, dumper	103	Atkins/COWI, Ny Ellebjerg station
Bulldozere, kraner, betonkanoner, asfalt-udlægger og tromler, vibratorer	103	Atkins/COWI, Ny Ellebjerg station
Lastbiler, svag acceleration, 10-20 km/h	101	Støjdatabogen, Lydteknisk Institut

Tabel 1-6. Oversigt over de støjende maskiner, der forventes anvendt ved anlæg af omfartsvej ved Hedensted. Der vil blive anvendt flere typer maskiner, men de nævnte typer er de mest støjende og de vil være udslagsgivende for, hvor meget støj anlægsaktiviteterne vil give anledning til. I kildestyrkerne indgår ikke eventuelle tillæg for tydeligt hørbare impulser.

De enkelte maskiner anvendes alene eller sammen med andet materiel til gennemførelse af de anlægsaktiviteter, der indgår i det samlede anlægsprojekt. Tabel 1-7 er en oversigt over de karakteristiske anlægsaktiviteter, der beskriver anlægsarbejdets støjmæssige konsekvenser. Der kan forekomme andre aktiviteter, men disse udvalgte aktiviteter er de mest støjende. De enkelte aktiviteter kan også udføres på anden vis, med et andet antal maskiner (f.eks. antallet af lastvogne, der indgår i jordhåndtering) eller ved, at de forskellige maskiner ikke er i drift hele tiden. Der er derfor anlagt en worst case betragtning ved fastsættelse af den støjkildstyrke (lyd-klasse), der er anvendt ved beregning af støj fra de enkelte aktiviteter.

Den enkelte maskine vil normalt ikke være i konstant drift uden afbrydelser. Det er derfor som en worst case betragtning forudsat, at de fleste maskiner er i konstant drift.

Anlægsaktivitet	Støjkilder/maskiner	Kildestyrke L_{WA} , dB(A)	Antal i samtidig drift	Lydklasse (worst case) L_{WA} , dB
Forberedende arbejder	Gravemaskine/ gummihjulslæsser	103	3 - 4	110
	Lastvogn	101	2 - 3	
Jordhåndtering	Bulldozer	103	3 - 4	115

Anlægsaktivitet	Støjkilder/maskiner	Kildestyrke	Antal i samtidig drift	Lydklasse
		L_{WA} , dB(A)		(worst case) L_{WA} , dB
Transport af materialer på anlægsområdet	Gravemaskine/gummihjulslæsser	103	3 - 4	115
	Dumper	103	3 - 4	
	Gummihjulslæsser	103	3 - 4	
Opbygning af vejkasse	Tromle	103	3 - 4	110
	Vibrator	103	1	
Vejbelægning	Asfaltudlægger	103	2	110
	Tromle	103	3 - 4	
	Lastvogn	101	3 - 4	

Tabel 1-7. Oversigt over de støjende anlægsaktiviteter, der indgår i de gennemførte undersøgelser. De enkelte aktiviteter består af en eller flere støjkilder. Lydklassen er den støjkildestyrke, der er anvendt ved beregning af støj fra anlægsaktiviteten. I kildestyrkerne indgår ikke eventuelle tillæg for tydeligt hørbare impulser.

Det skal bemærkes, at denne undersøgelse af støj fra anlægsarbejderne omfatter en række aktiviteter, der kan give anledning til støj over kriterieværdierne ved boliger. Der vil være andre mindre støjende anlægsaktiviteter, som vil være en del af det samlede støjbillede, men støjen vil have mindre betydning og være underordnet i forhold til de undersøgte aktiviteter.

Der vil således kunne forekomme støj fra anlægsarbejderne udover den støj, der fremgår af det følgende, men den forventes ikke at være højere end kriterieværdierne i Tabel 1-2. Karakteren og varigheden af anlægsaktiviteterne vil i det hele taget ændre sig i løbet af anlægsperioden.

Afstandsdæmpning

Oplysningerne om støjkilderne er anvendt til at beregne, hvor langt man skal væk, før støjen er faldet til kriterieværdien på 70 dB(A) (samt 65, 60 og 55 dB(A)). Der er anvendt de ovennævnte forudsætninger. Resultaterne fremgår af Tabel 1-8.

De beregnede afstande er derefter anvendt til vurdering af hvilke områder og boliger, der ved udførelse af de forskellige typer anlægsarbejder kan blive udsat for støj over de kriterieværdier, der anvendes til vurdering af støj fra anlægsarbejde.

For anlægsaktiviteterne er det mindre sandsynligt, at der vil optræde tydeligt hørbare impulser eller toner i støjen, uanset afstanden. Der indgår derfor ikke et 5 dB tillæg ved beregning af afstanden til henholdsvis 70 dB(A).

Strækningsrelateret anlægsaktivitet	Lydklasse (worst case) L_{WA} , dB(A)	Afstand fra anlægsarbejdet, hvor støjen er faldet til...*			
		70	65	60	55
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Forberedende arbejder	110	25 m	45 m	75 m	125 m
Jordhåndtering	115	45 m	75 m	125 m	210 m
Transport af materialer på anlægsområdet	115	45 m	75 m	125 m	210 m
Opbygning af vejkasse	110	25 m	45 m	75 m	125 m
Vejbelægning	110	25 m	45 m	75 m	125 m

*Ligger der boliger tættere på end afstanden vist i tabellen, vil støjen ved facaden af disse boliger kunne være højere end de angivne støjniveauer i tabellens overskrift.

Tabel 1-8 Beregning af afstand fra anlægsarbejdet til støjen er faldet til kriterieværdierne. Boliger indenfor de beregnede afstande vil være udsat for højere støjniveauer. Fx kan boliger, der ligger tættere end 25 meter fra anlægsarbejdet, blive udsat for mere end 70 dB(A), når der udføres forberedende arbejder.