



Støjhandlingsplan 2024 – 2029

Strækningsstøj

Banedanmark

Indhold

1	Indledning og resumé.....	5
1.1	Bekendtgørelse.....	5
1.2	Støjhandlingsplan 2024-2029.....	5
1.3	Opgørelse af antallet af støjbelastede boliger.....	6
1.4	Skadevirkning.....	7
1.5	Indførte foranstaltninger på støjbekæmpelsesområdet.....	7
1.6	Indsatsen fremover.....	8
1.7	Evaluering.....	8
2	Banedanmarks kortlagte strækninger.....	9
3	Ansvarlige myndigheder og retlige grundlag.....	12
4	Gældende grænseværdier.....	13
4.1	Målestok for jernbanestøj.....	13
4.2	Grænseværdier.....	13
5	Støj og helbredseffekter.....	15
5.1	Helbredseffekter.....	15
5.2	Støjgener.....	16
6	Metoder til begrænsning af støj.....	18
6.1	Metoder til støjdempering.....	18
7	Resumé af støjkortene.....	26
7.1	Beregningsgrundlag.....	26
7.2	Forskel mellem beregningsmetoderne.....	28
7.3	Opgørelse af antal støjbelastede boliger.....	29
7.4	Sammenligning af CNOSSOS-EU og NORD2000-resultater.....	33
7.5	Ændring i støjdbredelse, NORD2000.....	36
8	Skøn af skadelig virkning.....	39
8.1	Forventet nedbringelse af gene og søvnforstyrrelser.....	39
9	Banedanmarks forsatte indsats for mindre togstøj.....	41
9.1	Støjhensyn ved nyanlæg eller ved udbygning af eksisterende jernbane.....	41
9.2	Eksisterende jernbaner.....	42
9.3	Forskning, udvikling og formidling.....	45

10	Fremtidige støjreducerende foranstaltninger	46
10.1	Tilstandsbaseret vedligehold	46
10.2	Reduktion af støjgene ved hjælp af moderatorer og skabelse af lydlandskaber	46
11	Evaluering	48
12	Referat af den offentlige høring (tekst justeres efter høringsperiode)	49

Bilagsliste

Bilag 1 Referat af den offentlige høring

Bilag 2 Kommunevis opdeling af støjbelastede boliger, CNOSSOS-EU

Tabelliste

Tabel 2.1: Større jernbanestrækninger med mere end 30.000 togpassager pr. år.....	9
Tabel 2.2: Større samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere.....	9
Tabel 4.1: Vejledende grænseværdi til planlægningsbrug.....	14
Tabel 7.1: Resultat af CNOSSOS-EU-kortlægning, beregnet 4 m over terræn.....	30
Tabel 7.2: Byområder med mere end 100.000 indbyggere. Resultat af CNOSSOS EU-kortlægning, beregnet 4 m over terræn.....	31
Tabel 7.3: Resultat af NORD2000 EU-kortlægning beregnet på etageniveau.....	32
Tabel 7.4: EU-støjkortlægning. Sammenligning af resultater mellem de 2 metoder.....	35
Tabel 7.5: Udvidet støjkortlægning 2022. NORD2000.....	36
Tabel 7.6: Udvidet støjkortlægning. Sammenligning af støjkortlægning 2012 og 2022.....	37
Tabel 7.7: Udvidet støjkortlægning 2022. Boliger opført efter 1984.....	38
Tabel 7.8: Udvidet støjkortlægning 2022. Støjisolerede boliger med støjbelastning over de vejledende støjgrænser $L_{den} = 64$ dB og $L_{Amax} = 85$ dB.....	38
Tabel 8.1: Indgrebsgrænse for L _{CA}	43

Figurliste

Figur 2.1: Kort over de lovpligtige kortlagte jernbanestrækninger.....	10
Figur 2.2: Kort over samtlige kortlagte jernbanestrækninger.....	11
Figur 5.1: Effektpyramiden for støj.....	16
Figur 6.1: Kildestyrke (L_{wA} , 1 m) for el- og diesellokomotiver.....	20
Figur 6.2: Forskel i støj fra togtyper mellem støjkortlægning 2012 og 2022.....	23
Figur 7.1: L_{den} CNOSSOS-EU. Beregningshøjde 4 m over terræn, Hvidovre – Danshøj området.....	30
Figur 7.2: L_{den} CNOSSOS-EU. Beregningshøjde 4 m over terræn. Odense Vest.....	31
Figur 7.3: L_{den} NORD2000. Beregningshøjde 1,5 m over terræn, Hvidovre-Danshøj område.....	32
Figur 7.4: L_{den} NORD2000. Beregningshøjde 1,5 m over terræn, Odense Vest.....	33
Figur 9.1: Fordeling af middel-sporruhedsniveauet i perioden 2017-2023...44	44

1 Indledning og resumé

Banedanmark har ansvar for planlægning, projektering, anlæg samt drift og vedligeholdelse af statens jernbaneinfrastruktur, herunder at forebygge og bekæmpe støjgener fra togdriften på jernbanestrækningerne. Banedanmarks jernbanestrækninger udgør ca. 75% (1.920 km) af det samlede offentlige jernbanenet på i alt ca. 2.500 strækningskilometre i Danmark.

1.1 Bekendtgørelse

I henhold til EU-direktivet 2002/49/EF om vurdering og styring af ekstern støj¹, som er indført i Danmark ved støjbekendtgørelse nr. 2092 af 18. november 2021², skal ekstern støj kortlægges, og der skal udarbejdes støjhandlingsplaner for jernbanestrækninger med mere end 30.000 togpassager pr. år og fra jernbanestrækninger beliggende i samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere. Ifølge bekendtgørelsen er Transportministeriet forpligtiget til hvert 5. år at gennemføre en kortlægning af støjen langs statens jernbanestrækninger samt udarbejde en støjhandlingsplan herfor.

Formålet med kortlægning af den eksterne støj og udarbejdelse af støjhandlingsplaner er at skabe et grundlag for at undgå, forebygge eller begrænse de skadelige virkninger og gener, der skyldes belastning af støj, og at opretholde miljøer med acceptable støjniveauer. Der fastsættes også regler for at oplysningerne stilles til rådighed for offentligheden.

Ekstern støj omfatter støj, som mennesker udsættes for, navnlig i bebyggede områder, i offentlige parker eller stilleområder i større, samlede byområder, i stilleområder i det åbne land, nær skoler, hospitaler og andre støjfølsomme bygninger og områder.

1.2 Støjhandlingsplan 2024-2029

Denne støjhandlingsplan er udarbejdet i henhold til støjbekendtgørelsen, og erstatter Banedanmarks støjhandlingsplan fra 2018. Planen omfatter alle af Banedanmarks større jernbanestrækninger med mere end 30.000 togpassager årligt samt større byområder med mere end 100.000 indbyggere og opfylder de formelle krav til indholdet af støjkortlægning og handlingsplaner, som beskrevet i bekendtgørelsen.

Støjhandlingsplanen henvender sig til offentligheden, som via denne plan har mulighed for at orientere sig om, hvordan Banedanmark arbejder med at mindske støjgenerne fra statens jernbanestrækninger. Støjhandlingsplanen indeholder bl.a. oplysninger om støjbelastningen fra Banedanmarks

¹ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2002/49/EF af 25. juni 2002 om vurdering og styring af ekstern støj

² Bekendtgørelse om kortlægning af ekstern støj og udarbejdelse af støjhandlingsplaner nr. 2092 af 18. november 2021.

jernbanestrækninger udtrykt alene i støjindikatorerne, Lden og Lnigt, Banedanmarks principper for arbejdet med at forebygge og reducere støjen, samt en beskrivelse af gennemførte og mulige støjreducerende tiltag langs Banedanmarks jernbanestrækninger.

I denne støjhandlingsplan for Banedanmarks jernbanestrækninger er der taget udgangspunkt i Banedanmarks støjprojekter, hvor der i en årrække har været fokus på bekæmpelse af støjen ved kilden og udvikling af metoder hertil.

Støjhandlingsplanen er et led i Banedanmarks lovpligtige indberetning til Miljøstyrelsen, som samler støjhandlingsplaner med henblik på indberetning til EU. Bekendtgørelse om kortlægning af ekstern støj og udarbejdelse af støjhandlingsplaner omhandler alene strækningsstøj (støj fra tog i drift). Støjhandlingsplanen er af den grund begrænset til denne støjtype. Støjhandlingsplanen omfatter således bl.a. ikke terminalstøj ved rangerområder eller støj fra anlæg- eller vedligeholdelsesarbejde.

1.3 Opgørelse af antallet af støjbelastede boliger

Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for togstøj ved boliger er fastsat til Lden 64 dB.

Lden er den støjindikator, som skal anvendes overalt i EU, hvor støjens gennemsnitsværdi beregnes separat for hver døgnperiode (day, evening, night forkortet "den"), og der gives 5 dB tillæg i aftenperioden og 10 dB tillæg i natperioden på grund af større gener i disse perioder.

Lnigt er den anden støjindikator, som skal anvendes overalt i EU. Støjens gennemsnitsværdi over natperioden beregnes separat. Danmark har ingen vejledende grænseværdi for trafikstøj i natperioden.

I Danmark betragtes en bolig som støjbelastet, når togstøjniveauet overstiger den vejledende grænseværdi på de 64 dB. Grænseværdien udtrykker en støjbelastning, der efter Miljøstyrelsens vurdering er miljømæssigt og sundhedsmæssigt acceptabel. Banedanmarks støjkortlægning viser, at der langs samtlige af Banedanmarks jernbanestrækninger i alt er ca. 1.825 boliger, der er udsat for støj over grænseværdien. For de EU-definerede kortlagte strækninger er der i alt ca. 1.700 boliger, der er udsat for støj over grænseværdien.

Til sammenligning var der ifølge Banedanmarks landsdækkende opgørelse fra 2012 i alt ca. 7.700 boliger i Danmark, der var udsat for et støjniveau over den vejledende grænseværdi på 64 dB.

1.4 Skadevirkning

I forbindelse med kortlægningen med CNOSSOS-EU-metoden estimeres det, at ca. 3.700 personer med en støjbelastning L_{den} over 55 dB er stærkt generet af jernbanestøjen. Desuden estimeres det, at ca. 900 personer med en støjbelastning i natperioden L_{night} over 50 dB har søvnforstyrrelser som følge af jernbanestøjen.

For EU-kortlægningen med NORD2000 estimeres det, at ca. 6.350 personer med en støjbelastning L_{den} over 53 dB er stærkt generet af jernbanestøjen. Desuden estimeres det, at ca. 3.800 personer med en støjbelastning i natperioden L_{night} over 45 dB har søvnforstyrrelser som følge af jernbanestøjen.

I forbindelse med støjkortlægningen tilbage i 2017 med Nord2000 blev der vurderet at ca. 28.500 personer i høj grad var generet af støj. Antallet af støjbelastede personer med Nord2000 metoden er således inden for de sidste seks år blevet reduceret væsentligt med henholdsvis 75 % færre personer som føler sig stærkt generet. Der er således sket et markant fald i antal af beregnede støjgenerede personer siden sidste kortlægningsperiode. Det markante fald i antal stærkt generede skyldes især det opdaterede beregningsgrundlag og mere støjsvagt materiel.

Da Banedanmarks fremadrettede indsats beror på støjdæmpning ved kilden og den løbende udvikling på togmaterielseiden, så er det ikke muligt for Banedanmark at give et nærmere skøn over den fremadrettede forventede nedbringelse af antallet af støjbelastede personer. Støjreduktion ved kilden ved f.eks. at sikre glattere skinner og hjul medfører dog, at samtlige naboer til banen afhjælpes uanset støjniveau, hvorfor denne form for støjreducerende tiltag har en langt større samfundsøkonomisk effekt på flere personer end lokale støjreducerende tiltag såsom støjafskærmning og tilskud til støjisolering.

1.5 Indførte foranstaltninger på støjbekæmpelsesområdet

I den seneste støjhandlingsplan fra 2018 har Banedanmark afsluttet en række større jernbane- og støjprojekter, der samlet har medført, at det beregnede antal støjbelastede boliger er blevet reduceret markant. Opdatering af datagrundlag til brug for støjregninger har især betydet, at antallet af støjbelastede boliger er blevet reduceret væsentligt. Antallet af støjbelastede boliger er også blevet reduceret ved konkrete initiativer ved at der er sket en opgradering og eller elektrificering af nogle af de eksisterende jernbanestrækninger ved hjælp af f.eks. mulighed for mere støjsvagt materiel, støjafskærmninger og støjisolering af boliger. Ved anlæg af helt nye jernbanestrækninger er der i mange tilfælde sket en trafik og støjmæssig aflastning af eksisterende bysamfund. Langs de eksisterende strækninger er der sket en væsentlig støjmæssig forbedring af materiel og dets hjulkvalitet, og Banedanmark har arbejdet med tilstandsbaseret vedligehold for at sikre en mere støjsvag infrastruktur. I kapitel 9 er der en samlet beskrivelse af gennemførte projekter i handlingsplanperioden.

Overordnet vurderes de samlede projekter i perioden at have været medvirkende til et fald på ca. 75 % i antallet af støjbelastede boliger langs statens jernbanestrækninger, siden sidste gang Banedanmark foretog en landsdækkende kortlægning tilbage i 2012 og EU-støjkortlægning af de større jernbaner tilbage i 2017.

I de seneste mange år har det været en tendens, at arealer nær infrastruktur-anlæg herunder jernbaner byudvikles, og boliger derfor bliver opført tæt ved jernbanen. Siden 1984 har der i byggelovgivningen været krav om at sikre et tilpas lavt indendørs støjniveau fra infrastruktur-anlæg. På baggrund af den udvidede NORD2000 støjkortlægning for samtlige af Banedanmarks jernbanestrækninger vurderes der at ca. 780 boliger ud af i alt 1.825 boliger med en støjbelastning over 64 dB er støjbeskyttet jf. planlægningsloven. Derudover er 480 boliger af de resterende 1.045 boliger støjisoleret med tilskud fra Banedanmark.

1.6 Indsatsen fremover

Når der planlægges og anlægges nye jernbanestrækninger, vil Banedanmark fortsat arbejde for at forebygge og reducere støjgenerne til omgivelserne. Ved nye jernbaneprojekter vil Banedanmark have fokus på at nedbringe støjen for boliger, hvor togstøjen overstiger grænseværdien. Der indarbejdes støjdæmpende indsatser i projektet, og den endelige udformning fastlægges som hovedregel med en anlægslov.

Langs de eksisterende jernbaner i Danmark vil Banedanmark fortsat arbejde for, at støjbekæmpelse primært sker ved kilden, dvs. ved foranstaltninger omkring skinnernes tilstand og opbygning. Den langsigtede strategi hermed tager fortsat udgangspunkt i nationale og internationale cost-benefit-analyser, som bidrager med viden om, hvordan ressourcerne anvendes bedst, samt omkostningseffektivitetsanalyser, som fokuserer på tiltag, hvor man får mest støjreduktion for en given omkostning, eller hvordan man kan minimere omkostningerne ved at opnå en bestemt støjreduktion. Disse analyser bidrager til Banedanmarks langsigtede støjmål. Indsatsen vil dog være afhængig af størrelsen af Banedanmarks økonomiske bevillinger.

1.7 Evaluering

Evaluering af gennemførelsen og resultaterne af støjhandlingsplanen vil omfatte en årlig vurdering af, om indsatsforslagene nævnt i planen effektueres som planlagt.

2 Banedanmarks kortlagte strækninger

Det er overordnet i EU besluttet, at der i alle medlemslandene skal gennemføres strategisk støjkortlægning, hvor støjen beregnes 4 meter over terræn for alle strækninger, som har mere end 30.000 togpassager pr. år. og jernbanestrækninger beliggende i samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere. Kortlægningen skal gennemføres med den fælles europæiske beregningsmodel, EU-CNOSSOS.

Miljøministeriet har dog ligeledes valgt at supplere den strategiske kortlægning med en støjkortlægning af forholdene efter den nationale beregningsmetode NORD2000 i 1,5 meter over terræn, da denne højde i mange tilfælde er mere relevant efter danske forhold.

Banedanmark har således kortlagt de lovpligtige strækninger både ud fra den fælleseuropæiske beregningsmetode, EU-CNOSSOS, og med den gængse nationale beregningsmetode, NORD2000.

De danske jernbanestrækninger med mere end 30.000 togpassager pr. år pr. 2020, som Banedanmark forvalter, omfatter følgende strækninger:

Større jernbanestrækninger med mere end 30.000 togpassager der skal kortlægges
S-banen
Kystbanen
København - Snoghøj
Roskilde - Holbæk
Odense – Ringe
Lunderskov – Langå
Skørping - Lindholm
Bramming – Esbjerg

Tabel 2.1: Større jernbanestrækninger med mere end 30.000 togpassager pr. år.

Storebæltsforbindelse skal kortlægges af Sund og Bælt, og Øresundsforbindelsen øst for udfletning ved Kalvebod skal kortlægges af Øresund A/S. Disse strækninger er derfor ikke omfattet af Banedanmarks støjkortlægning og nærværende støjhandlingsplan.

Større samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere omfatter følgende byer:

Større samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere der skal kortlægges
Hovedstaden (København og dets omegnskommuner)
Odense
Århus
Ålborg

Tabel 2.2: Større samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere.

På nedenstående kort er de lovpligtige kortlagte jernbanestrækninger angivet.



Figur 2.1: Kort over de lovpligtige kortlagte jernbanestrækninger

Banedanmark har i forbindelse med dette års lovpligtige kortlægningsstrækninger valgt at supplere kortlægningen med kortlægning af Banedanmarks øvrige jernbanestrækninger i Danmark.



Figur 2.2: Kort over samtlige kortlagte jernbanestrækninger

3 Ansvarlige myndigheder og retlige grundlag

Den overordnede ansvarlige myndighed for udarbejdelse og offentliggørelse af støjhandlingsplanen er:

Transportministeriet
Frederiksholms Kanal 27F
1220 København K

Den ansvarlige myndighed for udarbejdelse og offentliggørelse af støjhandlingsplanen er:

Banedanmark
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Banedanmarks jernbanestrækninger udgør det overordnede jernbanenet i Danmark. Banedanmark har en central rolle for afvikling af jernbanetrafikken og dermed for borgernes mobilitet og virksomhedernes konkurrenceevne. Banedanmarks jernbanestrækninger er rygraden i de centrale internationale transportkorridorer gennem Danmark og skal være med til at sikre en effektiv trafikafvikling mellem regioner, kommuner og større byer.

Banedanmark har det direkte ansvar for planlægning, projektering, anlæg samt drift og vedligeholdelse af de statslige banestrækninger. Banedanmark styrer trafikken og tildeler kapacitet til de forskellige togoperatører og udarbejder sammen med togoperatørerne de overordnede køreplaner.

Det retlige grundlag for støjhandlingsplanen udgøres af bekendtgørelse nr. 2092 af 18. november 2021 om kortlægning af ekstern støj og udarbejdelse af støjhandlingsplaner. Med denne bekendtgørelse er Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2002/49/EF om vurdering og styring af ekstern støj implementeret i Danmark.

De danske retningslinjer er yderligere udmøntet i Miljøstyrelsens vejledning om "Støjkortlægning og støjhandlingsplaner"³.

³ Støjkortlægning og Støjhandlingsplaner, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2006

4 Gældende grænseværdier

4.1 Målestok for jernbanestøj

4.1.1 L_{den}

Støj fra togtrafikken opgøres i decibel (dB), og angives som L_{den} , der er en fælles europæisk målestok for støj, som beskriver det gennemsnitlige støjniveau for et helt år. L_{den} er en forkortelse for Day-Evening-Night Level. I målestokken indgår, at støj om aftenen og om natten opleves som mere generende end om dagen.

Det betyder i praksis, at støjen beregnes separat for dagperioden (kl. 07-19), for aftenperioden (kl. 19-22) og for natperioden (kl. 22-07). Herefter gives et genetillæg på 5 dB i aftenperioden og 10 dB i natperioden, før det gennemsnitlige støjniveau (L_{den}) beregnes. 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 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 L_{den} indgår oplysninger om trafikken, men også vejrets påvirkning af lydudbredelsen indgår. Det betyder, at de beregnede støjniveauer øst for en jernbanestrækning typisk kan være op til 2-3 dB højere end de tilsvarende niveauer vest for jernbanestrækningen i nogle hundrede meters afstand. Tæt på jernbanen vil der ikke være forskel i støjen.

4.1.2 L_{night}

Støjen om natten kaldes L_{night} . Det er en gennemsnitsværdi for støjen i tidsrummet kl. 22-07, hvor der ikke er givet et genetillæg.

4.2 Grænseværdier

Støj fra forbikørende tog på de eksisterende strækninger i Danmark er ikke omfattet af miljøbeskyttelsesloven, og der gælder alene vejledende støjgrænser for nybyggeri langs banen⁴. Miljøbeskyttelsesloven indeholder således ikke hjemmel til, at miljømyndigheder ved påbud eller lignende kan gribe ind over for støj fra togtrafik. Støjulemper fra togtrafik søges i stedet imødegået ved forebyggende hensyn i planlægningen.

Grænseværdier udgør grundlaget for myndighedernes vurdering af støjforurening.

⁴ Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 1 1997, Støj og vibrationer fra jernbaner med tilhørende tillæg fra juli 2007

De vejledende støjgrænser er et udtryk for en støjbelastning, som Miljøstyrelsen vurderer, er miljømæssig og sundhedsmæssig acceptabel. Der er tale om en afvejning mellem de virkninger, som støjen har på mennesker, og samfundsøkonomiske hensyn. Typisk vil de vejledende grænseværdier svare til et støjniveau, hvor omkring 10-15 % af befolkningen (de mest støjfølsomme) angiver at være stærkt generet af støjen. Hvis støjen er lavere end de vejledende grænseværdier, vil kun en mindre del af befolkningen opleve støjen som generende, men støjen vil dog stadig kunne medføre negative helbredseffekter.

Grænseværdierne udgør grundlaget for myndighedernes vurdering af støjforurening. Grænseværdierne er vejledende, og der er ikke tale om at grænseværdierne er en rettighed for virksomheder til at støje, eller at de automatisk udgør en rettighed om at naboer til et trafik anlæg eller en virksomhed er garanteret et lavt støjniveau.

De vejledende støjgrænser benyttes ofte i forbindelse med det strategiske støjarbejde, f.eks. når antallet af støjbelastede boliger og beboere opgøres for et givent område eller f.eks. benyttes i forbindelse med udarbejdelse af en støjhandlingsplan. De vejledende støjgrænser finder også anvendelse i forbindelse med strategiske støjarbejde i forhold til eksisterende jernbanestrækninger og beskrivelse af de støjmæssige konsekvenser ved anlæg af nye jernbanestrækninger eller opgradering af eksisterende jernbanestrækninger. Der er i den forbindelse ikke nogen generel pligt til at overholde de vejledende støjgrænser, men grænseværdierne kan bl.a. indgå i en vurdering af effekten af eventuelle støjdæmpende foranstaltninger.

Når der planlægges og bygges nye jernbaner, forebygger og reducerer Bannedanmark støjgenererne i omgivelserne. Ved anlæg af nye jernbaner har Bannedanmark fokus på, om det er muligt at nedbringe støjen for boliger, hvor togstøjen overstiger 64 dB.

Den vejledende grænseværdi for støj fra forbigående tog til planlægningsbrug fremgår af Miljøstyrelsens tillæg til vejledning nr.1/1997 fra juli 2007. Den relevante vejledende grænseværdi er anført i nedenstående tabel:

Område	Grænseværdi
Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisnings-bygninger, plejehjem, hospitaler o. lign. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og bydelsparker	$L_{den} = 64 \text{ dB}$

Tabel 4.1: Vejledende grænseværdi til planlægningsbrug

I Danmark er der ikke fastsat en grænseværdi for L_{night} . Nattestøjen er dog kortlagt, og kan ses på støjkortene på Miljøstyrelsens hjemmeside.

5 Støj og helbredseffekter

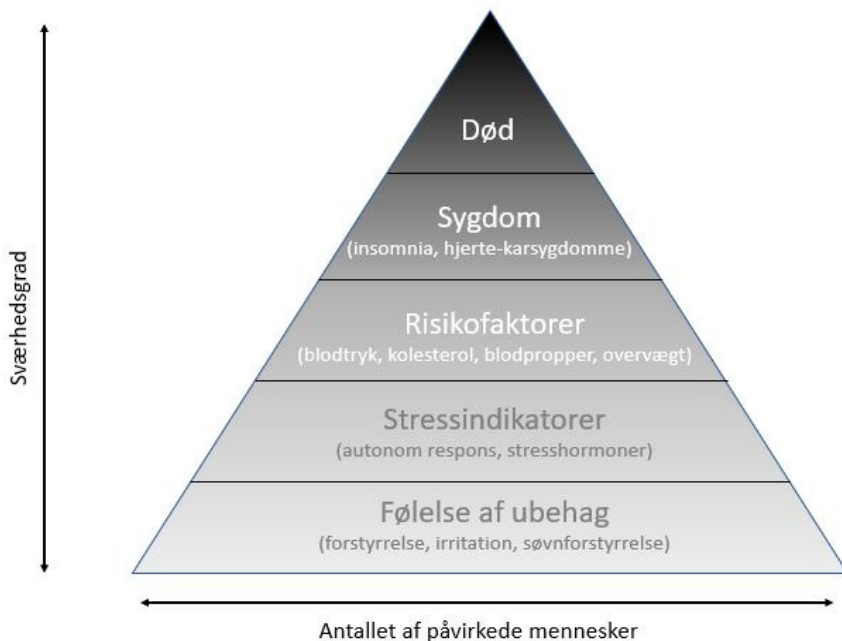
Menneskers sundhed er et tema, der får større opmærksomhed i planlægningen af nye jernbaneprojekter. Sundhedsbegrebet omfatter bl.a. risiko for tidligere død eller tab af sunde leveår, som kan blive forøget ved at blive udsat for jernbanestøj.

5.1 Helbredseffekter

Støj fra jernbanetrafikken giver ikke høreskader, men støjen kan i visse tilfælde opleves som en stressfaktor, der kan forøge risikoen for helbredseffekter. Ifølge Verdenssundhedsorganisationen WHO kan trafikstøj medføre gener og helbredseffekter som kommunikationsbesvær, hovedpine, søvnbesvær, stress, forøget blodtryk, forøget risiko for hjertesygdomme og hormonelle påvirkninger.

Effekterne optræder ved forskellige støjniveauer, og graden af effekterne er i de fleste tilfælde også afhængige af den tid, et menneske er udsat for støj. Støj, der forstyrrer nattesøvn, vurderes at have væsentligt større helbredsmæssig effekt end støj om dagen.

Figur 5.1 illustrerer, hvordan støjbelastning påvirker sundhed og velvære. Hvis en befolkning er udsat for betydelig støj, vil der være en betydelig delmængde, som vil være generet af støjen i større eller mindre grad, og føle sig forstyrret, irriteret m.m. Ved påvirkning af støj over længere tid vil der desuden være nogen, hos hvem niveauet af stresshormoner vil kunne være forhøjet. Disse påvirkninger kan øge risikoen for forhøjet blodtryk, forhøjet kolesterol, udvikling af blodpropper m.m. For en relativt lille del af befolkningen kan disse faktorer medføre kliniske symptomer som søvnløshed og hjertekarsygdomme, og som en konsekvens heraf, for tidlig død eller øget dødsfrekvens.



Figur 5.1: Effektpyramiden for støj⁵

WHO udgav tilbage i 2018 en rapport⁶, som bygger på undersøgelser om støjs indvirkninger på helbredet. Rapporten indeholder anbefalinger om at begrænse togstøj ned til følgende støjniveauer:

- L_{den} bør ikke overskride 54 dB, da togstøj over dette niveau kan sættes i forbindelse med negative helbredseffekter
- L_{night} bør ikke overskride 44 dB, da togstøj over dette niveau kan sættes i forbindelse med negative søvnpåvirkninger

5.2 Støjgener

Støjgener anses for at være den primære indikator for, om støj er et problem, og støjgener i sig selv betyder, at livskvaliteten kan påvirkes negativt, hvilket også kan medføre negative helbredseffekter. Derfor er sammenhængen mellem støjpåvirkningen og den oplevede gene relevant at kortlægge, og den bliver vist som såkaldte dosis-respons-kurver. Dosis-respons-kurver viser sammenhængen mellem den støjpåvirkning, en befolkning udsættes for (dosis), sammenholdt med andelen af befolkningen, som oplever gener i større eller mindre omfang (respons). Der findes veldokumenteret sammenhæng mellem det støjniveau (L_{den}), som befolkningen udsættes for, og den grad af gene, som opleves.

Der er en række faktorer, som har betydning for, hvor generende togstøjen er. Blandt andet viser diverse undersøgelser, at hvis man har en stille facade i boligen, kan det begrænse de oplevede gener. Det har også stor betydning

⁵ Good practice guide on noise exposure and potential health effects, EEA, Technical report No 11/2010

⁶ ENVIRONMENTAL NOISE GUIDELINES for the European Region, 2018

for de oplevede gener, om boligens soveværelser er placeret mod togsiden eller mod en stille side. Højt støjniveau i boligens nabolag kan øge støjgenerne, mens adgang til stille områder, som parker eller grønne områder nær boligen, kan reducere generne.

6 Metoder til begrænsning af støj

Støj fra jernbanen er blevet identificeret som én af de største udfordringer for de europæiske jernbanesystemer, hvis trafikomfanget på jernbanen skal øges⁷. Der påhviler derfor jernbanesektoren et stort pres for at nedbringe støj langs jernbanenettet til et acceptabelt niveau.

Hvis jernbanesektoren ikke matcher de forventninger, som samfundet har til, at der løbende arbejdes aktivt med støjbekæmpelse, kan støj fra jernbanen være en hæmsko for den fremtidige udvikling inden for sektoren og den grønne omstilling indenfor transportsektoren. Samtidig er det vigtigt at have for øje, at støjdæmpning ikke må påføre sektoren urimelige omkostninger, som i det lange løb hindrer en vækst i jernbanedriften. Det er derfor vigtigt at identificere de områder, hvor der kan opnås mest miljømæssig effekt for færrest midler.

Trenden inden for støjområdet er, at der på det europæiske plan er et stort politisk pres for at få reduceret støjniveauet langs det europæiske jernbanelinjen. EU har derfor igennem en del år arbejdet ud fra direktiver, regler og diverse politiske støjtiltag mhp. at regulere strækningsstøjen i Europa.

6.1 Metoder til støjdæmpning

Det er Banedanmarks opgave at skabe bedre fremkommelighed på jernbanen og bidrage til, at den eksisterende jernbaneinfrastruktur kan udnyttes bedst muligt. Det betyder imidlertid også, at Banedanmark normalt er afskåret fra at bruge nogle af de gængse metoder til begrænsning af jernbanestøj. Det gælder f.eks. lavere hastighed, omlægning eller begrænsning af trafik. Disse metoder vil nemlig være i strid med den samfundsopgave som jernbanen skal løse.

De metoder, Banedanmark bruger i indsatsen for begrænsning af togstøj, er derfor først og fremmest støjafskærmning, støjisolering af boliger, støjdæmpning ved kilden ved opretholdelse af velvedligeholdte skinner og god planlægning af nye jernbaner.

6.1.1 Effekt af de støjdæmpende indsatser

Det gælder for de støjdæmpende indsatser, at de ikke kan fjerne støjen, men kun dæmpe den. Mindre støjssvagt materiel, opretholdelse af velvedligeholdte skinner og hjul dæmper mindre end støjskærme, men til gengæld er det en billigere løsning, der desuden er til gavn for alle naboer til jernbanen, mens støjafskærmning kun har effekt for den lille gruppe af boliger og arealer, der ligger lige bag skærmen.

⁷ European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/noise?activeTab=07e50b68-8bf2-4641-ba6b-eda1afd544be>

6.1.2 Støj fra kilden

Bedste metode til begrænsning af jernbanestøj er dæmpning af støjen ved kilden. Kilden består af støj fra togmateriel og dets hjulkvalitet samt kvaliteten af skinnerne. Støjen afhænger desuden også af trafiksammensætningen samt hastigheden heraf, da højere hastighed giver mere støj.

Overordnet set er togstøj sammensat af følgende bidrag:

- Rullestøj
- Maskinstøj
- Aerodynamisk støj

Den altdominerende støj fra togtrafik op til 200 km/t kommer fra rullestøjen. Rullestøjen er den støj, der genereres, når hjul og skinner kommer i kontakt med hinanden. Jo glattere hjul og skinner er, jo mindre støj opstår der, når et tog passerer.

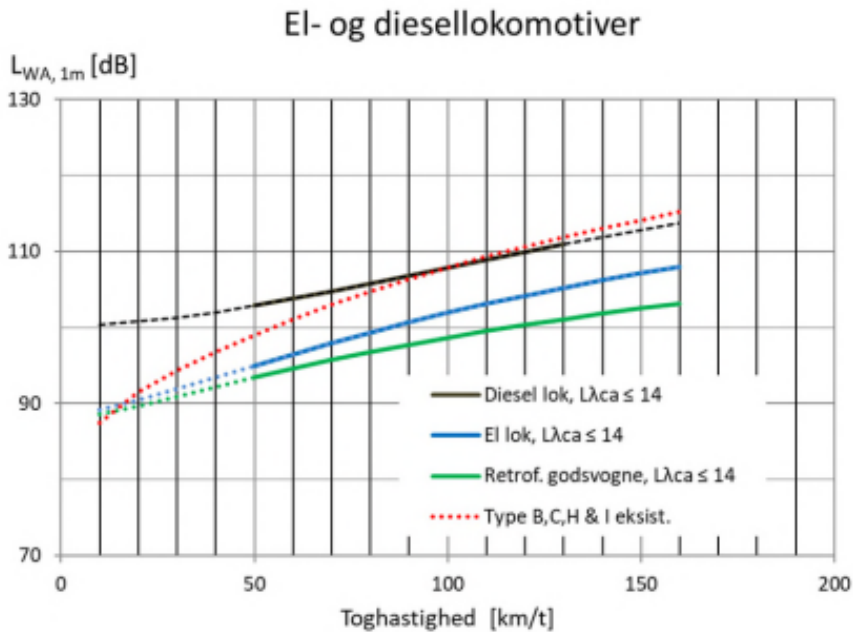
Maskinstøj, aerodynamisk støj og den del af rullestøjen, som skyldes ruhed og flader på hjulsæt, relaterer sig til selve det rullende materiel. Banedanmark har derfor ikke direkte mulighed for at reducere denne del af støjen, da Banedanmark ikke har indflydelse på operatørernes togmateriel. Banedanmark kan dog derimod gennem vedligehold af sporet reducere banens bidrag til den samlede rullestøj.

6.1.2.1 Togmateriel

Den løbende udskiftning af dieseltog til mere støjsvage eltog bidrager til at sænke støjniveauet langs jernbanenettet. Den øgede elektrificering langs statens jernbanenet medfører således en løbende reduktion af støjniveauet.

I Miljøstyrelsens orientering nr. 54⁸ er der angivet et godt eksempel på forskellen i støjniveauet for el- og diesellokomotiver:

⁸ Miljøstyrelsens orientering nr. 54 af februar 2023, Orientering fra Miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger, Kildestyrker til Nord2000 for tog på vel vedligeholdte spor.



Figur 6.1: Kildestyrke ($L_{WA, 1m}$) for el- og diesellokomotiver (blå og sort kurve).

Togoperatørernes forbedrede hjulafdrejningsstrategi medfører også, at støjniveauet falder langs jernbanen. Bl.a. har DSB inden for de seneste fem år vedtaget en hjulafdrejningsstrategi, som medfører, at togene udtages efter behov til hjulafdrejning ud fra en løbende daglig tilstandsvurdering af hjulene.

6.1.2.1.1 TSI-NOI

På EU-niveau er der fastsat et krav om, hvor meget nye tog må støje. Støjkravene er fastsat i en Teknisk Specifikation for Interoperabilitet (TSI-NOI⁹).

Kravene omfatter den samlede støj fra selve toget herunder både den aerodynamiske støj, støj fra komponenter og rullestøjen.

Der har været fastsat krav til nyt togmateriel siden 2005, og kravene bliver løbende skærpet i forbindelse med revisioner af TSI'en. Kravene gælder dog kun for nyt og opgraderet togmateriel og ikke for ældre togmateriel.

Det tager ca. 30-50 år, før den europæiske togpark er udskiftet, hvorfor støjkravene til nyt og opdateret materiel kun langsomt, men dog støt, får indflydelse på støjniveauet langs jernbanen.

6.1.2.1.2 Udskiftning af bremsesystem på godstrafikken (retrofitting)

Jernbanesektoren har igennem mange år arbejdet for at kunne udskifte støbejernsbremserne på godstrafikken med kompositbremser, som sikrer glattere hjul og derfor mindre støj. Godkendelse til anvendelse af

⁹ TSI-NOI, Rullende materiel — støj af 28. september 2023. TSI'erne udgår fra det Europæiske Interoperabilitetsdirektiv. De er EU-forordninger og derfor obligatoriske krav til jernbanen.

kompositbremser blev godkendt nogle år tilbage, og siden har jernbanegodssektoren med støtte fra europæiske og nationale støtteprogrammer løbende udskiftet bremsesystemet til kompositbremser, som medfører mindre støj.

Det nye bremsesystem medfører en reduktion i støjniveauet med op til 8-10 dB, hvilket svarer til en halvering af støjniveauet fra godstrafikken.

I 2020 indførte EU desuden "Quieter routes" i hele Europa. Hvis en jernbanestrækning kommer under denne definition, så må der alene køre godstrafik med kompositbremser på strækningen. Hvis en given jernbanestrækning på min. 20 km har mere end 12 godstog kørende i nattetimerne, så skal strækningen udlægges som en "stille rute".

På samtlige godsstrækninger i Danmark kører der mindre end 12 godstog om natten, hvorfor Danmark ikke har udlagt danske jernbanestrækninger som "stille rute". Dette er dog ikke tilfældet i Tyskland. Her er en stor del af de internationale godskorridorer udlagt som "stille rute", hvilket har medført, at en stor del af den internationale transitgodstrafik igennem Danmark nu gennemføres med det mindre støjende bremsesystem.

En 100% reduktion af godstrafik med støbejernsbremser blev dog ledt på vej af et nationalt tysk forbud af støbejernsbremser i december 2020, hvilket satte en fuldstændig stopper for anvendelse af godsvogne med støbejernsbremser igennem Danmark uagtet "stille ruter" eller ej.

De to tiltag har medført, at der er sket en halvering af støjen fra godstrafikken i Danmark. Dette ses også tydeligt i den nuværende kortlægning, hvor antallet af støjbelastede boliger er faldet væsentligt i forhold til sidste kortlægning fra 2017.

6.1.2.2 Hastighed

Udsendelsen af støj fra togmateriellet hænger sammen med togmateriellets hastighed. Der bliver ofte stillet forslag om at nedsætte hastigheden på jernbanestrækningerne med det formål at begrænse støjgenerne fra trafikken mest muligt. Der er stort fokus på at forbedre mobilitet og fremkommelighed, hvilket ikke harmonerer med at sætte hastigheden ned på det overordnede jernbanenet. Hastighedsbegrænsning er således ikke et tiltag Banedanmark anvender som støjreducerende foranstaltning.

6.1.2.3 Infrastruktur

6.1.2.3.1 Støjegenskaber for sporkonstruktion

Banedanmark har tilbage i 2018 og 2019 undersøgt de støjmæssige egenskaber for de fire mest gængse sportyper, som anvendes i Danmark. Formålet med undersøgelsen var at undersøge og beskrive eventuelle forskelle i de støjmæssige egenskaber for de fire mest almindeligt forekommende sportyper på Banedanmarks strækninger.

Undersøgelsen viste dog, at af alle de parametre, der har betydning for støjemissionen fra jernbanen, er skinneruhedsniveauet ($L_{\lambda CA}$) den parameter, der

udviser langt den største variation, og derfor også den parameter, som det er allervigtigst at overvåge og kontrollere.

6.1.2.3.2 Tilstandsbaseret sporvedligeholdelse

Støj genereres ved kontakten mellem skinner og hjul. I det omfang Banedanmark har rammerne til at sikre et velvedligeholdt skinnenet, herunder gennemføre præventivt vedligehold, kan støjen reduceres.

Banedanmark har udviklet en måleteknik, der automatisk kan detektere og identificere komponenter eller hændelser i sporet, der kræver vedligeholdelse eller giver anledning til unødvendig støj.

En indirekte måling af skinneruhed ved hjælp af støjmålinger udført på rullende materiel, er siden 2017 årligt blevet anvendt til brug for en kortlægning af skinnernes støjmæssige tilstand. Ved hjælp af nærværende metode får Banedanmark en landsdækkende kortlægning af samtlige ruheder og støjhændelser i sporet. Den årlige kortlægning giver mulighed for at prioritere den samlede indsats for støjbekæmpelse ved kilden og for at dokumentere effekten heraf og over tid.

En ruhedsmåling er en metode, hvor støjen fra toget elimineres for herved kun at måle støjen fra skinnerne. Resultaterne bliver herefter via et udviklet prioriteringsværktøj anvendt, hvor samfundsøkonomiske betragtninger bliver foretaget, og hvor der bl.a. tages hensyn til støjniveau, omkostning til forbedring af støjforholdene samt befolkningstæthed.

Resultater fra det tidligere sporkonstruktionsprojekt har vist, at en skinneruhed på under $L_{\text{CA}} 14$ dB, som svarer til velvedligeholdte skinner, så vil det betyde, at skinnerne ikke bidrager med støj ved togpassage. Hvis sporets ruhedsniveau er højere end de 14 dB, vil skinneruheden være den dominerende årsag til støjen fra jernbanen. Grænseværdien på de 14 dB, er således en værdi, som Banedanmark stræber efter at opnå/bibeholde.

Resultaterne fra ruhedsmålingerne bliver anvendt i f.eks. vedligeholdelse, hvor resultaterne bl.a. anvendes ifm. planlægning af fræsekampagner.

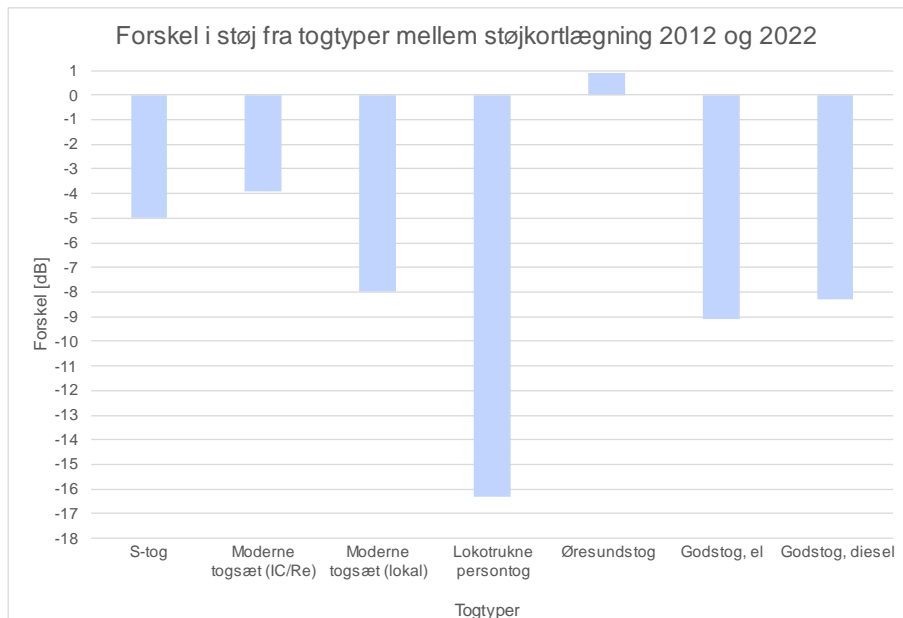
6.1.2.4 Opdatering af kilde-data

Banedanmark har inden for de seneste år fået opdateret kildeværdier for eksisterende togmateriel og udarbejdet kildeværdier for nyt togmateriel til brug for beregning af støj ved kørsel på velvedligeholdte spor. Formålet med projektet har været at få opdateret beregningsgrundlaget for NORD2000-beregningsmetoden.

De nye kildeværdier til brug for støjberegninger er angivet i Orientering nr. 54 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium,

Orienteringen indeholder nye og opdaterede kildestyrker for tog, der kører på Banedanmarks strækninger med velvedligeholdte spor. Kildestyrkerne, der anvendes til støjberegninger med Nord2000-metoden, er baseret på det hidtil mest omfattende måleprogram i Danmark med mere end 3000 målte kildestyrker svarende til mere end 1500 togpassager.

Forskellen mellem støjbidraget beregnet med de gamle kildestyrker fra 1990'erne, og de nye kildestyrker for velvedligeholdte spor fra 2019 er vist på figur 6.2. Der er taget udgangspunkt i niveauet ved en hastighed på 100 km/t. Højere eller lavere hastigheder kan give anledning til variation.



Figur 6.2: Forskel i støj fra togtyper mellem støjkortlægning 2012 og 2022.

Med undtagelse af Øresundstog ses forbedringer fra ca. 4 dB til 16 dB for de enkelte togtyper. Ændringen angiver, hvor meget lavere støjbidraget fra togtyperne er for de nye kildestyrker. Største ændring ses for lokomotiv-trukne persontog, hvor der er sket en reduktion på ca. 16 dB. Det skal i den forbindelse bemærkes, at de gamle kildestyrker var baseret på et diesellokomotiv med de såkaldte røde bn-vogne, som ikke benyttes mere. Afløseren hertil er elektrisk lokomotiv med dobbeltdækkervogne. Øresundstog er eneste togtype, hvor støjbidraget ikke er blevet lavere med de nye kildestyrker, hvorfor den tidligere fastsatte kildedata for denne type af tog har været retvisende igennem tiden.

De nye kildedata er implementeret i både CNOSSOS-EU-metoden og NORD2000-metoden og er lagt til grund for begge EU støjkortlægninger i 2022.

6.1.3 Støjskærme

Bygninger, støjskærme, jordvolde og tæt skov kan skærme for støjen. Støjskærme og jordvolde kan dæmpe støjen med op til mere end 5 dB.

Støjdæmpningen er altid størst lige bag ved den skærmende genstand og aftager på større afstande. Som regel vil støjen gå lige gennem beplantning, men en tæt skov, f.eks. med tykke tætte stammer, kan virke støjdæmpende. Beplantning kan dog ofte skjule jernbanen og dermed indirekte også give en støjdæmpende effekt (se afsnit 10.2).

Hvis en støjskærm skal have god effekt, er det vigtigt, at den står i et sammenhængende forløb uden afbrydelser eller åbninger, hvor der kan slippe støj igennem. Det vil normalt også være nødvendigt, at støjskærmen strækker sig et godt stykke til begge sider forbi et boligområde, hvis den skal have god effekt for alle boliger i området. Banedanmark anvender som standard Banedanmarks egen standardstøjskærm, som er godkendt til brug for opstilling langs sporene. Støjskærmen har en god støjdempende effekt, er udført i aluminium og kræver et minimum af vedligehold.

For udvalgte boligområder, hvor det umiddelbart er skønnet, at en støjskærm vil have den største støjreducerende effekt, gennemføres beregning af støjen i boligområdet før og efter opsætning af en mulig støjskærm, og der foretages en indledende vurdering af tilhørende anlægsomkostninger. Med disse oplysninger kan Banedanmark regne sig frem til et givent støjbelastningstal (SBT) for området. De boligområder, der overstiger et SBT-tal på 8, bliver som udgangspunkt tildelt støjafskærmning.

Det kan også være en god løsning at bygge en jordvold frem for en støjskærm, hvis der er god plads langs jernbanen og adgang til overskudsjord i området.

Banedanmark har ikke siden 2015 haft midler i sine basisbevillinger til støjafskærmende foranstaltninger langs den eksisterende jernbane. Dette skyldes, at Banedanmark tidligere har opført støjskærme i samtlige af de områder langs den eksisterende jernbane, som var berettiget til dette. En nærmere beskrivelse af arbejdet hermed er beskrevet i Banedanmarks afslutningsrapport for Banedanmarks Støjprojekt 1986-2014¹⁰.

I forbindelse med løbende nyanlæg af jernbaner eller udbygning af eksisterende jernbaner indgår støjskærmsprojekter normalt i den tilhørende anlægslov for projektet.

6.1.4 Støjisolering af boliger

Støjskærme, volde og andre støjreducerende foranstaltninger ved kilden dæmper støjen både på de udendørs arealer og inde i boligerne. Det er imidlertid ikke altid, at disse løsninger er tilstrækkelige. Det kan f.eks. være tilfældet for etageboliger, hvor støjskærme har ingen eller lille effekt på etager over 1. sal. Støjskærme bliver også uforholdsmæssigt dyre, hvis de skal etableres for at beskytte en enkelt eller få boliger langs strækninger i det åbne land. Et alternativ kan derfor være at støjisolere boligen, hvilket i de fleste tilfælde betyder udskiftning af vinduer til nye typer med særlig høj evne til at isolere mod støj.

Støjisolering af boligen er en løsning, der i særlig grad tager sigte på at afhjælpe de søvnforstyrrelser, der anses for at være en vigtig årsag til togstøjens helbredseffekter.

Det er ikke altid nødvendigt eller den bedste løsning at udskifte hele vinduet. Ofte kan man få en god effekt ved at udskifte ruden eller montere en

¹⁰ Banedanmarks Støjprojekt 1986-2014, Afslutningsrapport, februar 2015

forsatsrude. Et renoveret vindue er i mange tilfælde en både bedre og billigere løsning end en udskiftning. Ved at støjisolere vinduerne, får man i de fleste tilfælde også en bedre varmeisolering. Dertil kommer, at de nye vinduer eller ruder bidrager til et bedre indeklima med mindre kuldestråling og kuldenedfald.

Banedanmark har ikke siden 2015 haft midler i sine basisbevillinger til tilskud til støjisolering af boliger. Banedanmark har tidligere tilbudt tilskud til støjisolering til samtlige tilskudsberettigede boliger, som havde et støjniveau over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier. En nærmere beskrivelse af dette arbejde er ligeledes beskrevet i Banedanmarks afslutningsrapport for Banedanmarks Støjprojekt 1986-2014.

I forbindelse med nyanlæg af jernbaner eller løbende udbygning af eksisterende jernbaner, indgår støjisoleringsordninger normalt i den tilhørende anlægslov for projektet. Støjisoleringsordningerne i projekterne følger de samme principper som de tidligere principper i Banedanmarks Støjprojekt 1986-2014.

6.1.5 Støj hensyn i planlægning

Ved anlæg af nye jernbaner eller udbygning af eksisterende indgår støjbekæmpelse som en del af anlægsprojektet. Der vil som regel være gode muligheder for at indarbejde effektive støjafskærmninger og støjisolering af udsatte boliger kan være en del af projektet. Linjeføringer på passende afstand af støjfølsomme områder og nedgravning af jernbanen er metoder, der undertiden også kan anvendes. Den samlede afvejning af forskellige muligheder for at reducere støjen indgår i sammenhæng med andre hensyn, som en del af MKV-undersøgelsen, der gennemføres af alle nye jernbaner og væsentlige ændringer af eksisterende jernbaner. MKV står for miljøkonsekvensvurdering (tidligere VVM – Vurdering af Virkningerne på Miljøet) af et planlagt projekt,

Det har siden 1984 været kommunernes pligt at sikre støj hensynet ved nye boliger og andre nye støjfølsomme funktioner langs eksisterende jernbaner gennem kommune- og lokalplanlægningen. I planloven er der krav om, at støjbelastede arealer ikke udlægges til eksempelvis boliger eller rekreative områder, medmindre arealet med støjdæmpende foranstaltninger kan sikres mod støj.

7 Resumé af støjkortene

Resultaterne af CNOSSOS-EU støjkortlægningen er via Miljøstyrelsen indrapporteret til det Europæiske Miljø Agentur (EEA). CNOSSOS-EU støjkortlægningerne skal kun anvendes ved de strategiske EU-støjkortlægninger, som gennemføres hvert 5. år.

For at kunne sammenligne de foregående EU-støjkortlægninger med dette års kortlægning er der i støjbekendtgørelsen desuden stillet krav om også at gennemføre støjkortlægning med NORD2000 metoden på samme grundlag som for CNOSSOS-EU. Resultaterne af NORD2000 metoden indrapporteres udelukkende til Miljøstyrelsen.

Såvel CNOSSOS-EU og NORD2000 kortlægningerne samles og offentliggøres på Miljøstyrelsens [Danmarks støjkort](#)¹¹.

I det følgende beskrives beregningsgrundlag og hovedresultaterne for de to gennemførte støjkortlægninger ved hhv. CNOSSOS-EU og NORD2000 beregningsmetoderne. Efterfølgende gennemgås nogle af de mest betydende forskelle metoderne imellem.

7.1 Beregningsgrundlag

7.1.1 Grundlag

Der er opbygget nye støjmodeller på baggrund af grundlagsdata (jernbanetracé, trafik, terræn, bygninger, BBR mv.) fra efteråret 2021.

Beregningerne er gennemført i henhold til Støjbekendtgørelsen og er udarbejdet efter retningslinjer angivet i:

- Environmental Noise Directive, Reporting guidelines, DF4_8 Strategic noise maps, December 2021
- Miljøstyrelsens vejledning nr. 1/1997 "Støj og vibrationer fra jernbaner"
- Tillæg til Miljøstyrelsens vejledning nr. 1/1997 "Støj og vibrationer fra jernbaner"
- Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2006 "Støj kortlægning og støjhandlingsplaner"
- Orientering 50 fra Referencelaboratoriet af juni 2015 "Togstøj ved stationer"
- Orientering 54 fra Referencelaboratoriet af februar 2023 "Kildestyrker til Nord2000 for tog på vel vedligeholdte spor".
- "CNOSSOS-beregningsguide for skinnekøretøjer", teknisk notat fra Force Technology dateret 29. september 2021.

¹¹ <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/stoej/kortlaegning-af-stoej>

Der er kun benyttet retningslinjer i ovenstående udgivelser i det omfang, det er relevant ift. støjbekendtgørelsen.

I forbindelse med kortlægningsarbejdet har Banedanmark undersøgt mængden af retrofittede godstog, og udbredelsen af eldrevne lokomotiver for godstog. Der regnes med, at alle godstog er retrofittede, og at alle godstog er eldrevne med undtagelse af godstog på ikke-elektrificerede strækninger. Dette er hovedsageligt godstrafik nord for Fredericia i Jylland.

7.1.2 Datagrundlag

Som grundlag for opgaven er der indhentet en stor mængde data fra hhv. Banedanmark (jernbanelinjer, støjskærme, TIB-begrænsninger, CPR-udtræk samt trafikmængder) og Datafordeler/Dataforsyningen (kortgrundlag, bl.a. bygninger, BBR og højdedata).

I forbindelse med projektet er den tidligere støjmodel fra 2017-støjkortlægningen blevet anvendt. Denne udgave er dog kun anvendt som støtte ifm. placeringen af skærme samt indtegning af hårde (reflekterende) overflader (f.eks. veje, søer og øvrige befæstede arealer).

Data fra Dataforsyningen (<https://dataforsyningen.dk>)

- GeoDanmark grundkort indeholdende bygninger, vejmidter, vejkanter, søer mv. Udtræk 10.12.2021
- Laserscanning med terrænvariationer (topografi). Udtræk 10.12.2021
- Luftfoto. WMS-tjeneste med nyeste grundlag

Data fra Datafordeler

- BBR-udtræk. Udtræk 10.12.2021

Data fra Banedanmark

- Jernbanelinjer (open data), dateret 06.12.2021
- Sporskifter (open data), dateret 06.12.2021
- Støjskærme (open data), dateret 06.12.2021
- Broer og tunneller (open data), dateret 06.12.2021
- CPR-udtræk, dateret 17.05.2022
- Trafikmængder fra "Støjdata 2019 og 2032 Trafikstyrelsen maj 2021", downloadet 06.12.2021

Data fra Vejdirektoratet

- Skærmtema med Vejdirektoratets opsatte støjskærme (SoundPLAN filer)

Data fra Trafikstyrelsen

- "Støjdata 2019 og 2032 til brug for støjberegninger, dateret 14. maj 2021

7.1.3 Støjberegningsmodel

For at beregne støjudbredelsen og estimere antallet af støjbelastede boliger og personer er der udarbejdet en 3D-model i beregningsprogrammet Soundplan. Soundplan version 8.2 er blevet benyttet til CNOSSOS-EU-beregningerne og version 9.0 til Nord2000 beregningerne. Årsagen til, at der er anvendt to forskellige programversioner, skyldes de nye kildedata for togene, som først blev implementeret i NORD2000 metoden i programversion 9.0.

7.1.4 Vejrdata

7.1.4.1 CNOSSOS-EU

Alle beregninger er udført med en vejrparameter korrektion, der repræsenterer middelværdien af de 4 mest udbredte vindretninger i Danmark.

7.1.4.2 NORD2000

Alle beregninger er udført ved 4 vejrklasser.

7.1.5 Beregningshøjde

7.1.5.1 CNOSSOS-EU

En ting der skal bemærkes ved CNOSSOS-EU-metoden er, at beregningshøjden for såvel støjkonturkort og facadeberegninger er fastsat til 4 m over terræn.

7.1.5.2 NORD2000

Beregningshøjen for støjkonturkort og facadeberegninger er fastsat til 1,5 m over terræn.

7.2 Forskel mellem beregningsmetoderne

Til forskel fra de tidligere EU-støjkonturlægninger, hvor der alene blev anvendt den danske NORD2000 metode med tilpasninger til EU's krav, så er der i støjbekendtgørelsen for EU-støjkonturlægning 2022 implementeret en ny fælles europæisk metode benævnt CNOSSOS-EU, som alle medlemslandene skal benytte. Formålet med CNOSSOS-EU er at sikre større ensartethed på europæisk plan. Metoden er på flere områder forskellig fra den danske NORD2000-metode, og resultaterne vil derfor også være forskellige. Støjniveauer regnet efter CNOSSOS-EU-metoden vil typisk være lavere end regnet efter NORD2000-metoden.

7.2.1 CNOSSOS-EU

Gennemførelse af støjkonturlægningen indebærer indsamling af store mængder data, ud fra hvilket der opbygges en tredimensionel støjmodel, således at alle forhold, der har betydning for støjens udbredelse, indgår herunder

terrænforhold, bygninger, skærmning og refleksion af lyden, terrænoverflader, vejforhold mv. Modellen suppleres med data fra BBR-registret for bl.a. at identificere boligens beliggenhed, antal etager og lignende samt oplysninger om antallet af beboere pr. boligenhed. Alt datagrundlag er tilvejebragt i ultimo 2021 og primo 2022.

I CNOSSOS-EU-metoden er beregningshøjden for såvel støjkonturkort og facadeberegninger fastsat til 4 m over terræn.

7.2.2 NORD2000

Ved efterfølgende støjkortlægningen med NORD2000-metoden er støjmodellen fra CNOSSOS-EU og datagrundlaget konverteret til brug for genberegning med NORD2000-metoden og tilpasset manuelt for at imødekomme en på visse punkter lidt anderledes modelleringsmetodik i forhold til spor-skifter og broer.

Facadeberegningerne er udført på etageniveau med punkter pr. 5 m facade rundt om bygningen. Støjkonturberegningerne er udført 1,5 m over terræn.

7.3 Opgørelse af antal støjbelastede boliger

Opgørelse af antal støjbelastede boliger samt støjudbredelseskortene de to beregningsmetoder imellem er meget forskellige.

En del af forklaringen på de forskellige resultater kan umiddelbart tilskrives, at boligoptællingen udføres forskelligt samt at der optælles i forskellige intervaller, hvilket vanskeliggør sammenligning. I CNOSSOS-EU-metoden beregnes facadestøjen fast i 4 m højde, mens der med NORD2000 foretages beregning på etageniveau ved den enkelte bolig. Ligeledes regnes støjkontur i 1,5 m højde med NORD2000 og i 4 m højde for CNOSSOS-EU. Dette forklarer dog ikke de betydelige forskelle mellem støjudbredelseskortene. Generelt ses større udbredelsesdæmpning og størst skærmdæmpning ved CNOSSOS-EU-metoden.

7.3.1 Antal støjbelastede boliger jf. CNOSSOS-EU-metoden

Opgørelse over det samlede antal boliger og personer med en støjbelastning over $L_{den} 55$ dB og $L_{night} = 50$ dB fremgår af Tabel 7.1. Resultaterne er indberettet til Miljøstyrelsen.

EU-støj kortlægning - CNOSSOS			EU-støj kortlægning - CNOSSOS		
Lden	Personer	Boliger	Lnight	Personer	Boliger
55-60 dB	19.864	11.263	50-55 dB	8.350	5.217
60-65 dB	3.530	2.479	55-60 dB	1.594	1.182
65-70 dB	542	291	60-65 dB	188	101
70-75 dB	15	11	65-70 dB	4	3
> 75 dB	0	0	> 70 dB	0	0
Sum	23.951	14.044	Sum	10.136	6.503
Lden > 65 dB	557	302			

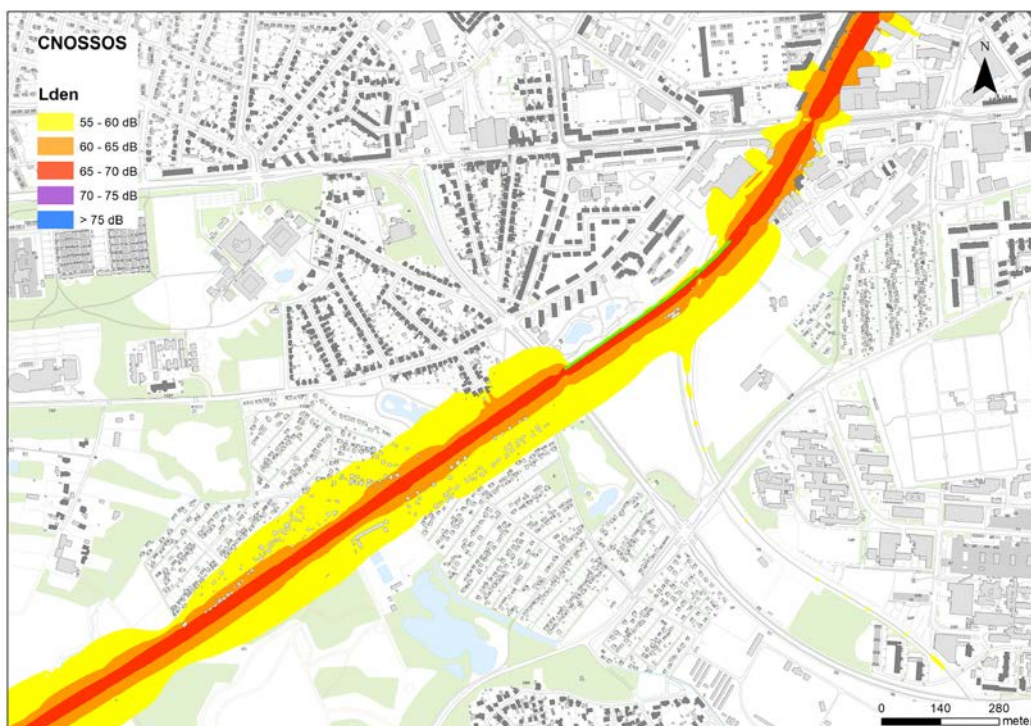
Tabel 7.1: Resultat af CNOSSOS-EU-kortlægning, beregnet 4 m over terræn

I alt er ca. 14.000 boliger og 24.000 personer støjbelastet over $L_{den} = 55$ dB, og i natperioden er ca. 6.500 boliger og ca. 10.100 personer belastet med et støjniveau over $L_{night} = 50$ dB.

Eksempel på støjudbredelseskort ved Danshøj/Hvidovre-området ses på figur 7.1, og området vest for Odense på figur 7.2. Kortene viser årsdøgnmidelniveauet, L_{den} , beregnet 4 m over terræn.



Figur 7.1: L_{den} CNOSSOS-EU. Beregningshøjde 4 m over terræn. Hvidovre – Danshøj området



Figur 7.2: L_{den} CNOSSOS-EU. Beregningshøjde 4 m over terræn. Odense Vest

I bilag 2 er angivet en kommunevis opdeling af de støjbelastede boliger for de kortlagte strækninger med CNOSSOS-EU til brug for kommunernes arbejde med støj.

7.3.1.1 Byområder

Opgørelse af antallet af støjbelastede boliger langs jernbanestrækninger beliggende i samlede byområder med mere end 100.000 indbyggere er kortlagt iht. støjbekendtgørelsen. Byområderne er givet ved Hovedstadsområdet (14 kommuner) samt Aarhus, Odense og Aalborg kommuner. Hovedresultatet derfra fremgår af tabel 7.2. Resultaterne er indberettet til EU via Miljøstyrelsen.

EU-støjkortlægning - CNOSSOS - Byområder			EU-støjkortlægning - CNOSSOS - Byområder		
L _{den} > 55 dB	Personer	Boliger	L _{night} > 50 dB	Personer	Boliger
Hovedstadsområdet	12.821	7.680	Hovedstadsområdet	4.018	2.777
Aarhus	212	100	Aarhus	30	13
Odense	1.107	864	Odense	721	572
Aalborg	3	1	Aalborg	0	0
Sum	14.143	8.645	Sum	4.769	3.362

Tabel 7.2: Byområder med mere end 100.000 indbyggere. Resultat af CNOSSOS EU-kortlægning, beregnet 4 m over terræn

I de 4 byområder ligger godt 59 % af det samlede antal boliger (23.951) i kortlægningen med en støjbelastning over L_{den} 55 dB og knapt 54 % er beliggende i hovedstadsområdet.

7.3.2 Antal støjbelastede boliger jf. NORD2000-metoden

Opgørelse af antal støjbelastede boliger beregnet iht. NORD2000 fremgår af Tabel 7.3 og støjkortet fremgår af figur 7.3 og 7.4.

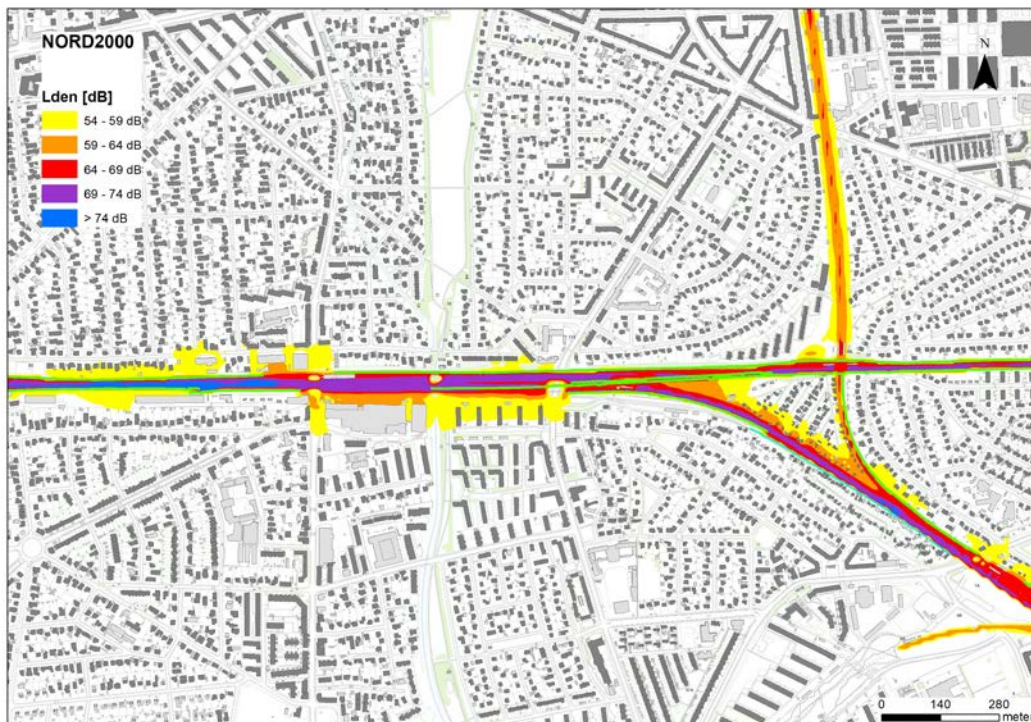
Efter aftale med Miljøstyrelsen er de anvendte støjintervaller for NORD2000 kortlægningen justeret +1 dB i forhold til støjbekendtgørelsen af hensyn til den vejledende støjgrænse for togstøj $L_{den} = 64$ dB.

EU-støj kortlægning - NORD2000			EU-støj kortlægning - NORD2000		
Lden	Personer	Boliger	Ln _{night}	Personer	Boliger
54-59 dB	33.440	19.456	45-50 dB	43.139	24.145
59-64 dB	9.433	5.844	50-55 dB	15.538	9.579
64-69 dB	2.195	1.560	55-60 dB	3.659	2.593
69-74 dB	245	134	60-65 dB	656	384
> 74 dB	18	16	> 65 dB	53	37
Sum	45.331	27.010	Sum	63.045	36.738
Lden > 64 dB	2.458	1.710	Ln _{night} > 50 dB	19.906	12.593

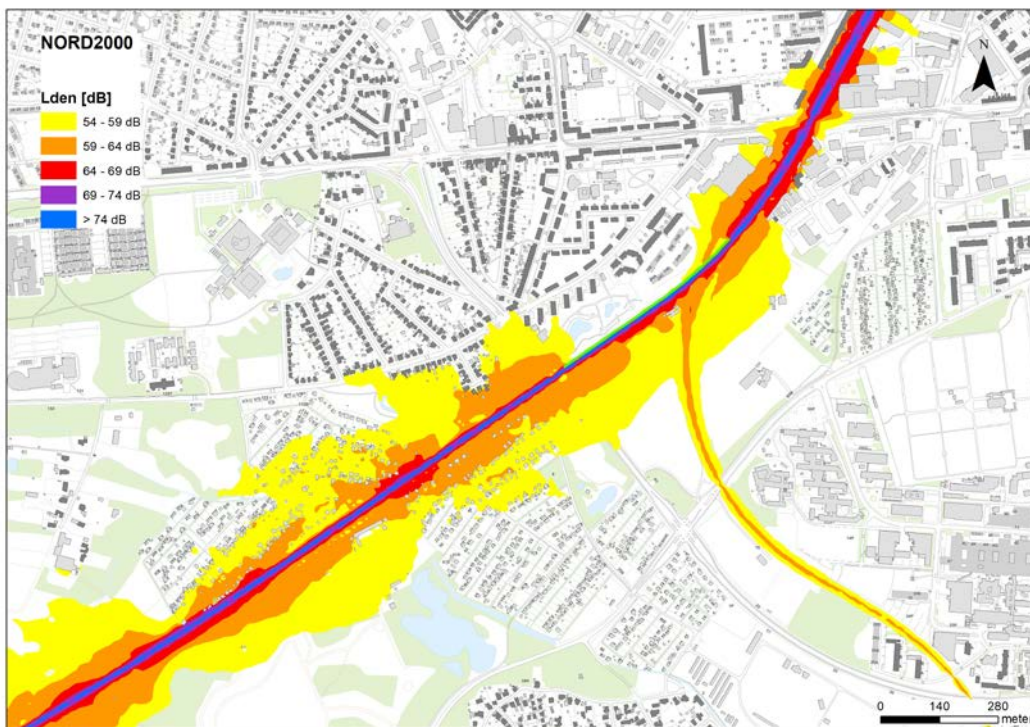
Tabel 7.3: Resultat af NORD2000 EU-kortlægning beregnet på etageniveau.

I alt er ca. 27.000 boliger og ca. 45.300 personer støjbelastet over $L_{den} = 54$ dB og i natperioden er ca. 36.700 boliger og ca. 63.000 personer belastet med et støjniveau over $L_{night} = 45$ dB.

Eksempel på støjudbredelseskort ved Danshøj / Hvidovre området ses på figur 7.3 og området vest for Odense på figur 7.4. Kortene viser årsdøgnmidelniveauet, L_{den} , beregnet 1,5 m over terræn.



Figur 7.3: L_{den} NORD2000. Beregningshøjde 1,5 m over terræn. Hvidovre-Danshøj område



Figur 7.4: L_{den} NORD2000. Beregningshøjde 1,5 m over terræn, Odense Vest

I bilag 2 er angivet en kommunevis opdeling af de støjbelastede boliger for de kortlagte strækninger med NORD2000 til brug for kommunernes arbejde med støj.

7.4 Sammenligning af CNOSSOS-EU og NORD2000-resultater

CNOSSOS-EU er en simplere og overordnet set mindre nøjagtig metode end NORD2000 metoden. Især udbredelsesdelen i CNOSSOS-EU har en mindre detaljeringsgrad end i NORD2000. Det bevirker, at støj beregnet med CNOSSOS-EU-metoden typisk beregnes lavere og med et lavere antal støjbelastede boliger og personer. Forskellen vil være størst på større afstand af støj-kilden, og hvor støjen udbredes over kuperet terræn samt på steder med mere komplekse udbredelsesforhold f.eks. bag skærme og i tæt bebygget område. Kildedelen i CNOSSOS-EU har imidlertid flere elementer inkluderet, idet den kan medtage korrektion for skarpe kurver og sporets tilstand.

Sammenligner man de to beregningsmetoder i en 1:1 sammenligning, hvor alle beregningsparametre, herunder beregningshøjde, er identiske, kan der i områder med åben lav bebyggelse være op til ca. 10 dB højere niveau med NORD2000, og bag støjskærme ses typisk 5 dB højere niveau med NORD2000. Sagt med andre ord, så beregnes der generelt højere skærmning med CNOSSOS-EU og dermed lavere støjniveau.

Derudover er der en række metodemæssige forskelle herunder selve optællingsmetoderne, som også er forskellige, og som bidrager til variation i resultaterne.

7.4.1 Metoderelaterede forskelligheder

I CNOSSOS-EU er beregningshøjden på boligfacader fast 4 m over terræn, uanset om der er tale om en etageejendom eller et parcelhus. I en etageejendom, hvor der som oftest er flere boligenheder, fordeles antallet af boligenheder og personer rundt langs bygningens facader, og alle boliger /personer ved samme facade tilskrives samme støjbelastning.

I NORD2000 placeres beregningspunkterne på boligfacaden i højder svarende til de aktuelle boligens beliggenhed (stuen, 1. sal, 2. sal osv.). Det vil sige, at beregningerne udføres på etageniveau for etageejendomme, og støjniveauet, som en given bolig tildeles, er det højeste niveau beregnet på facaden nærmest adressepunktet/boligen. For enfamilieboliger med 1. sal og/eller udnyttet tagetage beregnes støjen ligeledes på etageniveau, og det højeste støjniveau, uanset facade og højde, definerer boligens støjbelastning.

Ved sporskifter er der som oftest et højere støjniveau lokalt set. I CNOSSOS-EU gives et fast tillæg til støjen i sporskiftets udstrækning, hvilket som udgangspunkt er defineret værende 100 m langt. I NORD2000 er støjtillægget for sporskifter derimod togtype afhængig, og udstrækningen for et sporskifte er som udgangspunkt 70 m.

På jernbanestrækninger med lille krumningsradius kan der forekomme øget støj og kurveskrig, idet tog og vogne har fast akse. CNOSSOS-EU-metoden korrigerer for sporets krumningsradius, og hvis krumningsradius er mindre end 500 m, er der grundlag for et støjtillæg. Korrektionen er +8 dB ved krumningsradius mindre end 300 m, og +5 dB hvor krumningsradius er 300-500 m. Der er relativt få steder (færre end 10), hvor der er korrigeret for sporets krumning. NORD2000-metoden korrigerer ikke for sporets krumning.

7.4.2 Sammenligning af resultater

Metodernes forskellighed betyder at resultaterne af de to EU-støjkortlægninger jf. Tabel 7.1 og Tabel 7.2 ikke kan sammenlignes. Desuden opgøres resultaterne i forskellige støjintervaller. Tilsvarende kan støjkonturerne vist på Figur 7.1 og 7.3 heller ikke sammenlignes pga. forskel i beregningshøjde og støjinterval-inddelingerne.

Antallet af støjbelastede boliger/personer i natperioden kan til en vis grad sammenlignes ved at undlade intervallet 45-50 dB i NORD2000 optællingen, og blot se på niveauet over $L_{night} = 50$ dB.

For parameteren L_{den} er der en forskydning i støjopgørelsen på 1 dB af hensyn til den vejledende støjgrænse for jernbanestøj L_{den} 64 dB. Forskydningen vil i sig selv, alt andet lige, betyde, at der som udgangspunkt kan forventes lidt flere boliger i NORD2000-opgørelsen, idet der her tælles op fra 54 dB og ikke 55 dB som i CNOSSOS-EU.

I Tabel 7 ses udvalgte resultater af de to støjkortlægninger sammenlignet. Det ses, at for natperioden er der en forskel på ca. 6.100 boliger og ca. 9.800

personer (forskelsfaktor 1,9-2,0), svarende til at ca. dobbelt så mange boliger og personer er støjbelastet over 50 dB ved NORD2000 metoden.

Tilsvarende omtrentlige forhold ses ved at sammenligne $L_{den} > 54$ dB (NORD2000) med $L_{den} > 55$ dB (CNOSSOS). Her ses, at ca. 13.000 boliger/21.400 personer, svarende til at ca. dobbelt så mange boliger og personer er omfattet af NORD2000-optællingen.

Ses der derimod på antallet af støjbelastede boliger og personer over den vejledende støjgrænse $L_{den} = 64$ dB, da er forholdet mellem de to kortlægninger, uagtet intervalforskydningen på 1 dB, markant større (faktor 4,4 – 5,7). I størrelsesordenen 1.400 flere boliger og 1.900 personer er støjbelastet over den vejledende støjgrænse $L_{den} = 64$ dB jf. NORD2000 metoden.

Lden	Personer	Boliger	Lnight	Personer	Boliger
Nord2000			Nord2000		
> 54 dB	45.331	27.010	> 50 dB	19.906	12.593
> 64 dB	2.458	1.710			
CNOSSOS			CNOSSOS		
> 55 dB	23.951	14.044	> 50 dB	10.136	6.503
> 65 dB	557	302			
Forskel			Forskel		
> 54(55) dB	21.380	12.966	> 50 dB	9.770	6.090
>64(65) dB	1.901	1.408			
Forhold > 54(55) dB	1,9	1,9	Forhold	2,0	1,9
Forhold > 64(65) dB	4,4	5,7			

Tabel 7.4: EU-støjkortlægning. Sammenligning af resultater mellem de 2 metoder.

At andelen af boliger med høj støjbelastning forholdsvis er væsentligt større ved NORD2000 kortlægningen kan bero på, at kildestyrkerne for de samme tog i CNOSSOS generelt er 2-3 dB lavere end i NORD2000. Det har den konsekvens i NORD2000 kortlægningen, at flere boliger i første husrække til banen vil være støjbelastet.

Som nævnt kan støjkonturerne for CNOSSOS (figur 7.1 og figur 7.2) ikke ukritisk sammenlignes med kortene for NORD2000 (figur 7.3 og figur 7.4) pga. forskel i beregningshøjde og støjinterval inddelingerne. En overordnet sammenligning viser imidlertid, at der er et markant større konsekvensområde for NORD2000-beregningerne.

Det vurderes, at NORD2000-metoden er mere præcis end CNOSSOS-EU-metoden under forudsætning af at beregningsgrundlaget er retvisende.

7.5 Ændring i støjdbredelse, NORD2000

I den tidligere EU-kortlægning fra 2017 blev der optalt 55.426 boliger over 55 dB (L_{den}), hvor nærværende EU-støjkortlægning resulterer i 27.010 boliger over 54 dB. Det store fald i antallet af støjbelastede boliger skyldes hovedsageligt den lavere støjdsendelse for togene i nuværende kortlægning.

Ud over den gennemførte EU-støjkortlægning af banestrækninger med mere end 30.000 togpassager pr. år, er der supplerende gennemført en udvidet støjkortlægning af samtlige Banedanmarks strækninger.

Omfanget af den udvidede kortlægning 2022 svarer stort set til en landsdækkende støjkortlægning, som blev gennemført tilbage i 2012 med enkelte undtagelser.

De to kortlægninger udført hhv. i 2012 og 2022 er forskellig i omfang, for så vidt angår jernbanestrækningen København – Ringsted via Køge Nord, der blev ibrugtaget i 2019 samt Grenåbanen, der i 2017/2019 blev en del af Aarhus Letbane.

Derudover kan der være mindre forskelle i boligdatagrundlaget, der ligger til grund for optællingerne, idet boliger kan være revet ned, og der kan være opført nye boliger inden for konsekvensområdet. Trafikgrundlaget er også forskelligt mellem de to kortlægningsår.

Strækningerne omfattet af den udvidede støjkortlægning 2022 fremgår af oversigtskortet figur 2.2 side 11, hvor strækningerne er markeret med rød.

Udvidet kortlægning - NORD2000			Udvidet kortlægning - NORD2000		
Lden	Personer	Boliger	Lnight	Personer	Boliger
54-59 dB	36.384	21.120	45-50 dB	48.139	26.891
59-64 dB	10.306	6.317	50-55 dB	16.744	10.270
64-69 dB	2.386	1.664	55-60 dB	4.174	2.880
69-74 dB	261	145	60-65 dB	705	413
> 74 dB	18	16	> 65 dB	53	37
Sum	49.355	29.262	Sum	69.815	40.491
Lden > 64 dB	2.665	1.825	Lnight > 50 dB	21.676	13.600

Tabel 7.5: Udvidet støjkortlægning 2022. NORD2000.

I bilag 2 er der angivet en opdeling af antal støjbelastede boliger for hele landet til brug for kommunernes arbejde med støj.

Det interessante ved at sammenligne de to støjkortlægninger fra henholdsvis 2012 og 2022 er først og fremmest, at det afspejler effekten af løbende støjmæssig forbedring af materiel, Banedanmarks tilstandsbaserede sporvedligeholdelse og opdatering af kildedata til brug for støjberegninger, men også effekten af retrofitting af godstog og operatørernes forbedrede overvågning af hjulkvalitet, som tilsammen har reduceret støjen fra jernbanen markant.

Resultaterne fra den landsdækkende kortlægning 2012 og seneste udvidede kortlægning i 2022 fremgår af tabel 7.6.

I kortlægningen fra 2012 er der samlet set opgjort ca. 76.300 boliger med en støjbelastning over L_{den} 54 dB hvoraf ca. 7.700 boliger er belastet over 64 dB.

Til sammenligning er der for seneste kortlægning i 2022 opgjort ca. 29.300 boliger belastet over 54 dB hvoraf ca. 1.800 boliger har en støjbelastning over den vejledende støjgrænse 64 dB.

I forhold til kortlægningen 2012 er der således sket en markant reduktion i antallet af boliger støjbelastet over 64 dB på ca. 5.900 boliger, svarende til en reduktion på over 75%. Reduktionen er især et resultat af et opdateret datagrundlag til brug for støjberegningerne, men de seneste års udvikling indenfor støjreducerende tiltag på jernbanen har også været medvirkende til at antallet af støjbelastet boliger er faldet.

Støjkortlægning - NORD2000		
Lden	2012	2022
54-59 dB	48.519	21.120
59-64 dB	20.057	6.317
64-69 dB	5.867	1.664
69-74 dB	1.437	145
74-79 dB	393	16
> 79 dB	21	0
Sum	76.294	29.262
Lden > 64 dB	7.718	1.825

Tabel 7.6: Udvidet støjkortlægning. Sammenligning af støjkortlægning 2012 og 2022

Den udvidede Nord2000 kortlægning udført i 2022 giver kun anledning til ca. 2000 yderligere boliger i opgørelsen over 54 dB, hvorved det kan konstateres, at antallet af støjbelastede boliger langs de mindre jernbanestrækninger er væsentligt lavere end langs hovedstrækningerne.

7.5.1 Boliger opført efter 1984

I de seneste mange år er arealer tæt på infrastrukturanlæg blevet byudviklet ved bl.a. opførelse af boliger tæt ved infrastrukturanlæg. I bygningsreglement fra 1982 er der for første gang krav om at sikre, at det indendørs støjniiveau fra jernbaner ikke overstiger 30 dB. Bestemmelsen om indendørsstøjniiveau trådte dog først i kraft april 1984.

På baggrund af den udvidede NORD2000 støjkortlægning 2022, er der foretaget en opgørelse af, hvor mange boliger inden for konsekvensområdet, der er opført efter 1984, og som potentielt kan være med støjdæmpende foranstaltninger i form af f.eks. lydruder. Det skal bemærkes, at trafikgrundlaget, og dermed også støjen, har varieret over årene, og at der sagtens kan være støjbelastede boliger opført efter 1984, som ikke har støjisolerende foranstaltninger.

Ud af de 1.825 boliger med en støjbelastning over 64 dB, da er 586 boliger opført efter 1984, og kan således være opført med lydrunder, facadeisolering eller anden støjafskærmning.

Boliger opført efter 1984			Boliger opført efter 1984		
L _{den}	Personer	Boliger	L _{night}	Personer	Boliger
54-59 dB	7.801	4.847	45-50 dB	9.881	6.197
59-64 dB	2.799	1.929	50-55 dB	4.423	2.865
64-69 dB	776	585	55-60 dB	1.318	1.008
69-74 dB	4	1	60-65 dB	152	85
> 74 dB	0	0	> 65 dB	0	0
Sum	11.380	7.362	Sum	15.774	10.155
L _{den} > 64 dB	780	586	L _{night} > 50 dB	5.893	3.958

Tabel 7.7: Udvidet støjkortlægning 2022. Boliger opført efter 1984

Opgørelse over boliger opført efter 1984 kan være underestimeret, idet der i datagrundlaget indgår 196 boliger med en støjbelastning over 64 dB, men hvor opførelsesåret ikke er registreret i BBR-grundlaget. Der er overvejende tale om etageejendomme på tre lokaliteter hhv. i Rødovre, Sorø og Kolding, opført tæt ved banen, og idet der er relativt få personer knyttet til de 196 boliger vurderes det, at der er tale om nye etageejendomme, hvor enkelte lejligheder er taget i brug, inden det samlede byggeprojekt formelt er afsluttet. Det reelle antal boliger opført efter 1984 og med en støjbelastning over 64 dB vurderes således at være nærmere ca. 780 boliger svarende til ca. 42 % af de 1.825 boliger, der samlet set er belastet over 64 dB grænsen.

7.5.2 Boliger støjisoleret med tilskud fra Banedanmark

I perioden 1986-2009 har Banedanmark ydet tilskud til støjisolering af eksisterende støjbelastede boliger langs Banedanmarks banestrækninger via den såkaldte støjpulje. Ordningen blev efterfølgende suppleret med yderligere tilskudsordninger frem til 2013 som følge af overgangen til den nuværende NORD2000-beregningsmetode. Boliger, som var belastet med støj, og som var opført før den 1. april 1984, har alle fået tilbudt tilskud til støjisolering. Boliger, hvortil der er givet tilskud til støjisolering via Banedanmark, er registreret i BBR. Det angår både boliger i støjpuljens regi og boliger, der via baneprojekter har modtaget støjisolering.

Der er i det anvendte BBR-udtræk ultimo 2021 registreret 5.329 støjisolerede boliger langs alle banestrækningerne, der indgår i den udvidede støjkortlægning 2022. Af de 1.825 boliger med en støjbelastning over 64 dB-grænsen, er der 480 boliger, der er støjisoleret med tilskud fra Banedanmark.

Støjbelastede boliger med støjisolering		
	Personer	Boliger
L _{den} > 64 dB	941	480

Tabel 7.8: Udvidet støjkortlægning 2022. Støjisolerede boliger med støjbelastning over de vejledende støjgrænser L_{den} = 64 dB og L_{Amax} = 85 dB.

8 Skøn af skadelig virkning

Det følger af støjbekendtgørelsens bilag 5, at Banedanmark skal opgøre antallet af personer, der er berørt af den skadelige virkning ved støj (gene og søvnforstyrrelse). Derudover skal Banedanmark give et skøn over den forventede nedbringelse af antallet af støjbelastede personer opgjort med hensyn til færre gener, søvnforstyrrelser, helbredseffekter mv.

Formålet med opgørelsen er at oplyse offentligheden om antallet af personer, for hvem de støjreducerende foranstaltninger skønnes at have en positiv effekt.

Til brug for opgørelserne for skøn af skadelige virkninger har Banedanmark anvendt Miljøstyrelsens dertil udarbejdede sundhedsregnemaskine, som er udarbejdet på baggrund af dosis/effekt-forholdene. Udover indtastningen af CNOSSOS-resultater i 4 meters højde kan sundhedsregnemaskinen også bruges ved indtastning af resultater fra støjkortlægning foretaget med Nord2000 i 1,5 meters højde mht. i hvor høj en grad:

- af stærk gene vurderes den absolutte risiko for skadelige virkninger af støj (L_{den}) fra togtrafik.
- af søvnforstyrrelser vurderes den absolutte risiko for skadelige virkninger af støj (L_{night}) fra togtrafik.

I forbindelse med kortlægningen med CNOSSOS-EU-metoden estimeres det ved hjælp af Miljøstyrelsens "helbredseffektberegner", at ca. 3.700 personer ud af de ca. 24.000 personer med en støjbelastning L_{den} over 55 dB er stærkt generet af jernbanestøjen. Desuden estimeres det, at ca. 900 personer ud af ca. 10.100 personer med en støjbelastning i natperioden L_{night} over 50 dB har søvnforstyrrelser som følge af jernbanestøjen.

For EU-kortlægningen med NORD2000 estimeres det ved hjælp af Miljøstyrelsens "helbredseffektberegner", at ca. 6.350 personer ud af de ca. 45.300 personer med en støjbelastning L_{den} over 53 dB er stærkt generet af jernbanestøjen. Desuden estimeres det, at ca. 3.800 personer ud af ca. 63.000 personer med en støjbelastning i natperioden L_{night} over 45 dB har søvnforstyrrelser som følge af jernbanestøjen.

8.1 Forventet nedbringelse af gene og søvnforstyrrelser

Inden for de seneste fem til ti år har Banedanmark og jernbanesektoren ud fra forskellige tiltag reduceret støjen langs jernbanen væsentligt.

På baggrund af Miljøstyrelsens helbredseffektberegner estimeres det, at der i forbindelse med støjkortlægningen tilbage i 2017 var ca. 28.500 personer, der i høj grad var generet af støj. Jf. tidligere afsnit, så er dette tal inden for de sidste seks år blevet reduceret væsentligt med henholdsvis 75 % færre personer, som føler sig stærkt generet. Det vurderes, at det markante fald i

beregnete antal støjgenerede personer især skyldes opdatering af grundlag for støjberegninger, men konkrete initiativer har også været med til at der er sket et fald i antal af støjgenerede personer siden sidste kortlægningsperiode.

Ved opsætning af støjskærme og tilskud til støjisolering vil der kunne gives et estimat på skøn over den forventede nedbringelse af støjbelastede boliger, idet sådanne projekter er konkrete. Dette er ikke tilfældet for de tiltag, som Banedanmark forsat ønsker at arbejde med eller iværksætter i fremtiden.

Da Banedanmarks fremadrettede indsats beror på støjdempering ved kilden og den løbende udvikling på materiellet, så er det ikke muligt for Banedanmark at give et fremadrettet skøn over den forventede nedbringelse af antallet af støjbelastede personer. Støjreduktion ved kilden medfører dog, at samtlige naboer til banen afhjælpes uanset støjniveau, hvorfor denne form for støjreducerende tiltag har en langt større samfundsøkonomisk effekt på flere personer end lokale støjreducerende tiltag.

9 Banedanmarks fortsatte indsats for mindre togstøj

Banedanmarks indsats går på flere ben. Når der planlægges og bygges nye jernbaner, tilstræbes det at forebygge og reducere støjgenerne til omgivelserne ved hjælp af planlægning, støjafskærmning og tilskud til støjisolering. Langs de eksisterende jernbaner har Banedanmark tidligere via tilskudsordninger og støjafskærmning prioriteret indsatsen ved de boligområder, der er mest støjbelastede, og hvor det vurderes, at der kan opnås mest støjreduktion inden for de givne økonomiske rammer. Siden 2015 har Banedanmark prioriteret at reducere støjen ved kilden, idet der her opnås mest støjreduktion for pengene. Indsatsen ved kilden støtter også op om, og er i samspil med de støjreducerende tiltag, der foregår på materielsiden.

Banedanmarks fortsatte indsats overfor støj vil skulle prioriteres indenfor den samlede bevilling til drift og vedligehold af jernbanen.

9.1 Støj hensyn ved nyanlæg eller ved udbygning af eksisterende jernbane

Støj hensynet til omgivelserne indgår som en integreret del af planlægningen, når en eksisterende jernbanestrækning udbygges, eller når der anlægges en helt ny jernbane.

Støjgenerne søges så vidt muligt reduceret ved hjælp af planlægning, støjafskærmninger og støjisolering.

Miljøstyrelsen har i sin vejledning om jernbanestøj anført, at der bør tages samme hensyn til støjen, når man planlægger nye jernbaner og jernbaneudbygninger, som når man planlægger nye boliger. Banedanmark anser det derfor som vigtigt at have et rimeligt beskyttelsesniveau ved nye jernbaneanlæg, ligesom det er målet at opnå et rimeligt beskyttelsesniveau i forbindelse med udbygning af den eksisterende jernbane.

I forbindelse med miljøkonsekvensvurderinger af nye jernbaneprojekter, foretages der undersøgelser af mulighederne for at reducere støj for boliger, der belastes over Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi på 64 dB. I praksis er det dog langt fra alle boliger, hvor det er økonomisk muligt at reducere støjen. I hvert tilfælde foretages en konkret vurdering af lokaliteten, herunder vurdering af effekten og pris af et givent tiltag. I hvilket omfang støjskærme kommer til at indgå i den endelige miljøkonsekvensrapport beror på en konkret vurdering. Den endelige projektudformning fastlægges som hovedregel ved en anlægslov.

Ejere af helårsboliger, der belastes med støj over 64 dB efter at jernbanestrækningen er taget i brug, får normalt tilbudt tilskud til støjisolering. Det drejer sig om boliger, hvor det enten ikke skønnes hensigtsmæssigt at etablere støjafskærmning, eller hvor en støjskærm ikke har en tilstrækkelig effekt.

Ved lydisolering af bygninger tilstræbes det, at det indendørs støjniveau reduceres til mindst 33 dB, svarende til Bygningsreglementets krav til det indendørs støjniveau i nye boliger.

Ved nye jernbaneprojekter vil finansiering af støjreducerende foranstaltninger være indeholdt i anlægsbudgettet.

9.2 Eksisterende jernbaner

Indsatsen med at reducere støjen fra de eksisterende jernbaner, hvor der ikke foregår eller planlægges nye anlægsprojekter, skal afholdes indenfor Banedanmarks bevilling til drift og vedligehold af jernbanen.

9.2.1 Støjisolering og støjafskærmning 1986-2014¹²

Banedanmark har i perioden 1986-2014 været ude og etablere støjafskærmning og tilbyde tilskud til støjisolering til samtlige helårsbeboelser langs den daværende eksisterende jernbane i Danmark, som var opført før 1. april 1984, og hvor det beregnede gennemsnitlige togstøjniveau bl.a. oversteg L_{den} 64 dB.

I alt fik 18.350 helårsboliger tilbudt tilskud til støjisolering, og 4.400 helårsboliger er blevet støjbeskyttet af støjskærme. I alt blev der opstillet 46,2 km støjskærme, og af de ca. 18.350 boliger, der fik tilbudt tilskud til støjisolering, tog ca. 4.900 boligejere imod tilbuddet. Samlet set blev ca. 9.300 boliger støjbeskyttet.

9.2.2 Støjbekæmpelse ved kilden

9.2.2.1 Støj fra skinnerne

Ruhed på skinner har stor betydning for støjniveauet langs jernbanen. Jo større ruhed, jo mere støj genereres der, når et tog passerer skinnerne. Derfor indsamler Banedanmark løbende data fra landsdækkende ruhedsmålinger af skinnerne. Data fra ruhedsmålingerne skaber et billede af støjen fra sporet. Data kan således anvendes som led i prioritering af udbedring af forskellige vedligeholdelsesmæssige forhold i sporet, der giver støjgener for naboer.

Et stort måleprogram af støjen fra kontakten mellem skinne og hjul har i forbindelse med det tidligere sporkonstruktionsprojekt vist, at støjen kan reduceres væsentligt ved at sikre vel vedligeholdte skinner. Banedanmark har således siden 2017 udført årlige målinger af skinneruhed, og der er nu indført en indgrebsgrænse for skinneruhed, som fremover skal sikre et lavt ruhedsniveau for skinnerne.

9.2.2.1.1 Udviklingen i støj fra Banedanmarks spor i perioden 2017 – 2023

¹² Banedanmarks Støjprojekt 1986.2014, Afslutningsrapport, februar 2015

Støjen til banens omgivelser til miljømæssigt brug skal beskrives ved udviklingen i sporruhedsniveauet, idet det aktuelle støjniveau dannes ud fra begge skinner i et spor. Begrebet "skinneruhed", er ruheden på den enkelte skinne. Begrebet skinneruhed anvendes i forbindelse med vedligeholdelse af jernbanen. Sporruhed angiver sporets samlede ruhed, og er et bedre begreb til at beskrive de miljømæssige forhold på banen. Sporruheden findes ved at lægge ruhederne for de to skinner sammen, og "sporruheden" betegner dermed den samlede ruhed i sporet. Banedanmark arbejder således med to begreber indenfor ruhed. Indgrebsgrænsen for de to begreber er som følgende:

Begreb	Indgrebskriterie, $L_{A,CA}$
Skinneruhed	14 dB
Sporruhed	17 dB

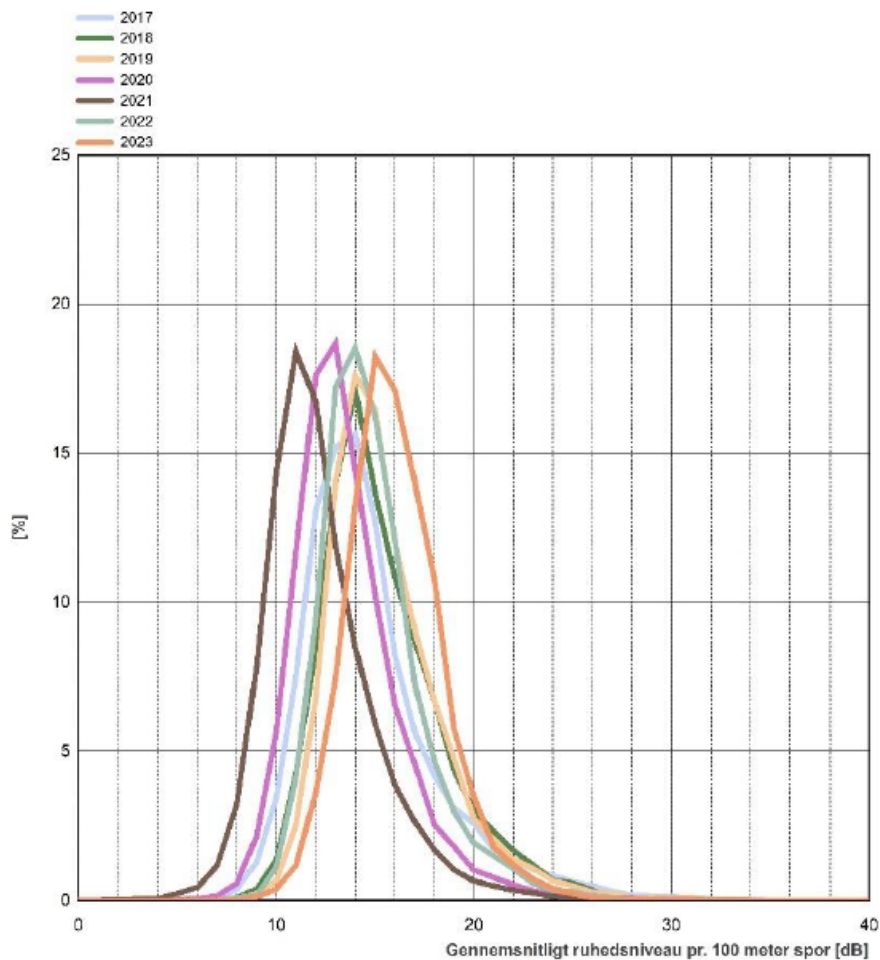
Table 8.1: Indgrebsgrænse for $L_{A,CA}$.

Den landsdækkende kortlægning danner hvert år grundlag for udvælgelsen af de strækninger, hvor sporruhedsniveauet er uacceptabelt højt ud fra en miljømæssig betragtning og derfor bør nedbringes ved at genetablere skinnernes oprindeligt glatte overflade. Dette sker enten gennem slibning eller fræsning af skinnens overflade. I 2020 overgik Banedanmark til udelukkende at anvende fræsning, da dette giver et bedre og mere ensartet resultat end slibning.

Udvælgelsen af strækninger til fræsning ud fra miljøhensyn sker ved hjælp af et prioriteringsværktøj, som vægter de målte strækninger ud fra en række parametre som det målte sporruhedsniveau, boligtaetheden langs sporet, trafikmængder og hastigheder m.m. Herved opnår Banedanmark en samfundsøkonomisk prioritering af nedbringelse af støj.

Sideløbende med denne miljømæssige prioritering er der – især siden 2019 – foretaget en udvælgelse af strækninger til fræsning ud fra et vedligeholdelsesmæssigt synspunkt. Årsagen til dette er, at måling af skinnernes overfladeruhed kan afsløre begyndende overfladefejl på et tidligt tidspunkt, hvor det endnu er muligt at fjerne dem, før de udvikler sig til alvorlige fejl, som er dyrere at udbedre.

Ser man på, hvordan sporruhedsniveauet og dermed det eksterne støjmiljø har udviklet sig i perioden 2017-2023, viste der sig frem til 2021 en positiv udvikling, som derefter desværre igen begyndte at stige. Det gennemsnitlige sporruhedsniveau faldt således med mere end 3 dB frem mod 2021. Udviklingen er udtryk for en reel og markant forbedring af miljøet i forhold til støj fra Banedanmarks spor. Faldet i sporruhedsniveauet skete især efter 2019, hvor Banedanmark både overgik til fræsning i stedet for slibning, og begyndte at udvælge strækninger til fræsning ud fra ruhedsmålingerne. En støjreduktion til omgivelserne på 3 dB svarer til det støjniveau, der ville være, hvis sporruhedsniveauet var forblevet det samme, men den samlede togmængde var blevet halveret.



Figur 9.1: Fordeling af middel-sporruhedsniveauet i perioden 2017-2023

I 2022 og 2023 er der igen sket en stigning i sporruhedsniveauet, så det målte gennemsnitlige sporruhedsniveau ved målekampagnen i 2023 nu ligger højere end det sporruhedsniveau, der var udgangspunktet ved de første målinger i 2017. Dvs. at den tidligere opnåede forbedring nu igen er forsvundet, dog ligger sporruhedsniveauet stadig under indgrebskriteriet for vedligeholdte spor. .

Banedanmark vil i nærværende støjhandlingsplansperiode tilstræbe at analysere data yderligere samt at nedbringe ruhedsniveauet igen for herved at kunne være med til at reducere støjen yderligere langs jernbanen.

9.2.2.2 Udbedring af punktvis ruhed

Banedanmark gør også en indsats for at udbedre punktvis ruheder eller fejl i sporet, der medfører støjgener for naboerne. På baggrund af henvendelserne om støjgener, blev der i 2023 i alt udbedret 302 punktvis fejl/ruheder i sporet, mod 300 og 280 i henholdsvis 2021 og 2022. Indsatsen i 2023 var landsdækkende, men indsatsen var størst på S-banen og regionalsporene ved København, da udbedring af disse har medført en større samfundsøkonomiske gevinst set ud fra bl.a. befolkningstæthed langs banen. Indsatsen for at reducere støjgener indgår i prioriteringen af øvrige vedligeholdelsesarbejder, hvorfor der vil være tilfælde, hvor udbedring må udskydes af hensyn

til sikkerhedskritiske arbejder eller arbejder med betydning for kundepunktigheden.

9.3 Forskning, udvikling og formidling

Banedanmark gennemfører forsknings- og udviklingsaktiviteter om togstøj for den samlede danske jernbanesektor. Det sker med afsæt i danske forhold, men Banedanmark indgår også i internationale samarbejder.

Forskningsaktiviteter omfatter samarbejde med industrien og universiteter, og udviklingsarbejder omfatter udveksling af viden og fælles udviklingsprojekter i samarbejde med den europæiske industri, jernbanevirksomheder og jernbaneorganisationer.

10 Fremtidige støjreducerende foranstaltninger

Banedanmark vil fortsætte arbejdet med at bekæmpe støjen ved kilden, idet Banedanmark som infrastrukturforvalter her, samlet set vil kunne bidrage mest med at reducere antal af støjbelastede personer.

Banedanmarks fremtidige indsats over for støj vil dog fortsat skulle prioriteres indenfor Banedanmarks bevilling til drift og vedligehold af jernbanen.

10.1 Tilstandsbaseret vedligehold

Banedanmark vil i første omgang fortsætte arbejdet med at bruge ruhedsmålninger som værktøj når der planlægges tilstandsbaseret vedligehold.

Derudover vil Banedanmark fortsat løbende udarbejde prognoser pba. udviklingen af ruhed og benytte det som input til planlægning af bl.a. fræsekampagner på lige fod med andre faktorer.

Banedanmark vil også arbejde på at udvikle en prioriteringsproces for de støjfejl, der ikke kan fjernes i en fræsekampagne, hvilket dog skal holdes op imod en prioritering af vedligeholdelsesmidler og ressourcer ift. udbedring af sikkerhedskritiske fejl.

Derudover forventes der gennemført et pilotprojekt for korrektiv fræsning af sporskifter for at kunne vurdere disse på selvsamme måde som ruhed på fri strækning og derefter anvende viden herom i planlægning af vedligeholdelsesarbejde.

10.2 Reduktion af støjgene ved hjælp af moderatorer og skabelse af lydlandskaber

Den verden af lyde, som opleves på et givent sted, kaldes for lydlandskabet. Et lydlandskab er defineret som de akustiske omgivelser som de opfattes, erfares og forstås af personer i den givne kontekst. Oplevelsen af et lydlandskabs kvalitet afhænger af både akustiske og ikke-akustiske forhold. Hvis man vil vide noget om, hvor meget det støjer eller larmer et sted i byen, kan man måle eller beregne sig frem til lydniveauet udtrykt i dB. Men fordi lyd og støj rummer langt flere detaljer, end der kommer til udtryk i et tal for lyd- eller støjniveauet, og fordi lyd opleves meget individuelt, kan der være behov for at arbejde mere med det holistiske billede af lydmiljøet et givent sted.

Etablering af en ny jernbanestrækning/vedligeholdelse eller opgradering af en eksisterende jernbanestrækning kan planlægges, så resultatet bliver et mere attraktivt, behageligt og passende lydlandskab for området, hvilket vil have en positiv indflydelse på den samlede oplevelse af jernbanedriften.

Lydlandskabsplanlægning kan ses som et nyt greb i planlægning eller vedligeholdelse af jernbanen, når det kommer til lyd.

Resultater fra internationale støjundersøgelser har påvist, at kun omkring 1/3 af genen ved et givent støjniveau er forårsaget af det kumulative støjniveau (L_{den}), hvorimod de øvrige 2/3 delvist bestemmes af andre faktorer, ofte omtalt som "ikke-akustiske faktorer" – såkaldte moderatorer. Studier har vist, at det ikke er ualmindeligt, at disse moderatorer kan give en forskel i opfattede støjniveauer på op til L_{den} 20-25 dB. Det betyder, at irritationsreaktionen (genen) kan ændres inden for vide grænser uden at der foretages ændringer af det faktiske støjniveau. Moderatorer kan således anvendes, når alle andre praktiske mulige støjdæmpende foranstaltninger er blevet anvendt ved at ændre i de ikke-akustiske faktorer bl.a. ud fra herlighedsværdi og æstetiske værdier.

De forskellige moderatorer, som en infrastrukturforvalter som Banedanmark kan arbejde med, er:

- Større accept af jernbanen (image)
- Tillid til Banedanmark og Banedanmarks måde at arbejde med støjreduktion på
- Indfrielse af politikker omkring støjreduktion
- Mindsket synlighed af støjkloder, herunder synlig grøn bevoksning
- Udseende af støjafskærmning

Banedanmark vil undersøge muligheden for, og afhængigt af de økonomiske rammer, inden for nærværende støjhandlingsplansperiode at iværksætte et projekt om, hvordan Banedanmark parallelt med at reducere det kumulative støjniveau kan arbejde med at reducere støjgener ved anvendelse af forskellige moderatorer og lydlandskaber. Inden for lydlandskabelse vil det især være interessant for Banedanmark at arbejde med bibeholdelse og evt. øgning af områder omkring synlig grøn bevoksning og udseende/udformning af støjafskærmning. Arbejdet vil inden for effekt og materialevalg blive sammenholdt med Banedanmarks bæredygtighedsstrategi¹³ og øget biodiversitet¹⁴.

¹³ Banedanmarks bæredygtighedsstrategi, 2021.

¹⁴ Banedanmarks biodiversitetsstrategi, 2021

11 Evaluering

Banedanmark vil årligt gennemføre en vurdering af, om de fremtidige indsatsforslag nævnt i planen effektueres som planlagt.

Derudover vil Banedanmark i forbindelse med den næste udarbejdelse af støjhandlingsplan 2029 sammenligne nuværende støjkortlægning med den næste lovpligtige støjkortlægning (2027) for herved at kunne vurdere udviklingen indenfor støjbekæmpelse, som vedrører det aktuelle støjniveau.

12 Referat af den offentlige høring (tekst indsættes efter høringsperi- ode)

Støjhandlingsplan 2024 – 2029

Banedanmark

Version 1

Revideret: DD-MM-ÅÅÅÅ

Revideret af: Initialer

Godkendt: DD-MM-ÅÅÅÅ

Godkendt af: Initialer

Lisette Mortensen

Specialkonsulent, Støj

Jura, Udbud & Bæredygtighed

Miljø & Klima

+45 41775967

limo@bane.dk

Banedanmark

Carsten Niebuhrs Gade 43

1577 København V