VEJDIREKTORATET

TUNNEL UNDER MARSELIS BOULEVARD, SKITSEPROJEKT OG MILJØKONSEKVENSVURDERING

TEKNISK NOTAT VEDRØRENDE STØJ

ADRESSE COWI A/S
Jens Chr. Skous Vej 9
8000 Aarhus C

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

INDHOLD

1	Indledning	2
2	Generelt om støj	2
3	Afgrænsning	3
4	Lovgrundlag	4
4.1	Grænseværdier for støj i anlægsfasen	4
4.2	Grænseværdier for støj i driftsfasen	6
5	Metode og datagrundlag	7
5.1	Støj i anlægsfasen	7
5.2	Støj i driftsfasen	13
6	Vurdering af støj i anlægsfasen	20
6.1	Felt F1	21
6.2	Felt F-3	23
6.3	Felt N11	26
7	Vurdering af støj i driftsfasen	28
7.1	Basis 2023	28
7.2	Referencesituation 2040	30
7.3	Projektsituation 2040	32

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A240736	80800-RAD-MILJ-NOTA-0012

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	03.05.2024	Første udgave	LFL	JMJN	NEMI

8 Afværgeforanstaltninger 36
8.1 Støj i anlægsfasen 36
8.2 Støj i driftsfasen 37

9 Konklusion 46
9.1 Støj i anlægsfasen 46
9.2 Støj i driftsfasen 46

10 Litteratur 46

1 Indledning

Som en del af aftalen i Infrastrukturplanen 2035 er det aftalt, at der anlægges en tunnel under Marselis Boulevard, og som led i realiseringen af projektet skal der gennemføres en ny miljøkonsekvensvurdering af nuværende skitseprojekt. Vejdirektoratet er bygherre og myndighed for Marselistunnelen.

Projektet omfatter etablering af Marselistunnelen med begyndelse i vest, hvor tunnelen anlægges i forlængelse af Åhavevej og med slutning i øst, hvor tunnelen tilsluttes Østhavnsvej. Tunnelen vil blive ca. 2 km lang og med to kørespor i hver retning. Oven på tunnelen skal der i gadeniveau retableres en to-sporet vej på Marselis Boulevard.

Som led i miljøkonsekvensvurderingen skal der udføres en kortlægning af støjpåvirkningerne i såvel anlægs- som driftsfasen. Dette tekniske notat omhandler en detaljeret gennemgang af de udførte støjberegninger for henholdsvis anlægs- og driftsfasen.

2 Generelt om støj

Støj defineres generelt som uønsket lyd. Lyd opfattes forskelligt af forskellige mennesker i forskellige situationer. Nogle mennesker vil opfatte musik som støj, mens andre er tilfredse uanset, hvor højt der spilles.

Der er forskel på, hvordan mennesker oplever støj. Genevirkningen afhænger af støjens intensitet, frekvensfordeling, fordeling over døgnet mv., men også sociale og psykologiske faktorer har betydning.

Støj påvirker mennesker både direkte og indirekte. Den direkte virkning er, at uønsket lyd opfattes som støj og har en genevirkning i form af irritation, kommunikationsforstyrrelser m.v. Den indirekte påvirkning sker uden om den bevidste opfattelse og kan ved længere tids påvirkning lede til en række helbredsmæssige lidelser, herunder blandt andet forøget stressniveau, forhøjet blodtryk og søvnbesvær.

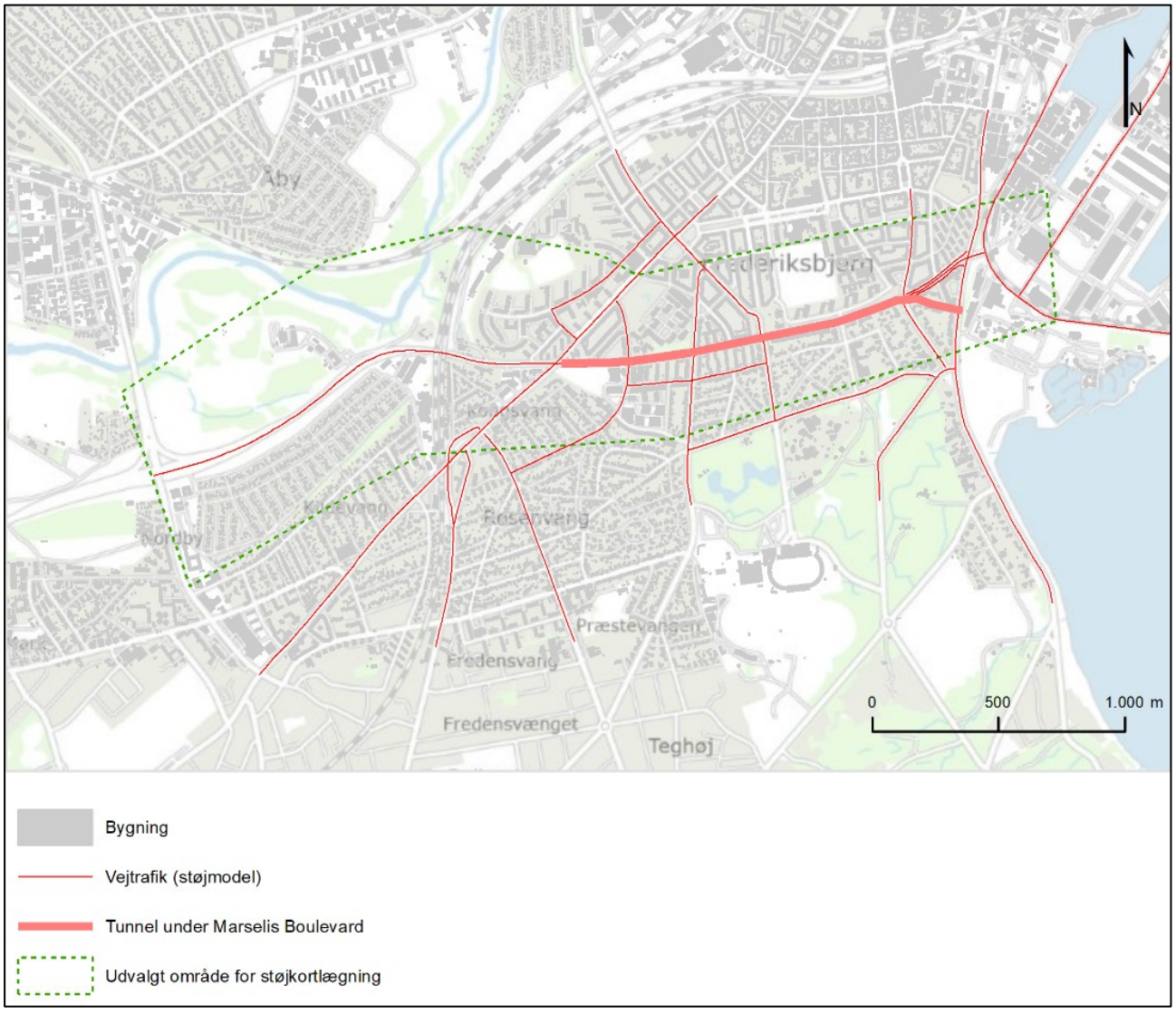
Støj måles i enheden decibel, forkortet dB. Decibel er en logaritmisk enhed og 0 dB svarer til det laveste lydtryk, som det menneskelige øre kan opfatte. Støj fra f.eks. maskiner og trafik er sammensat af lyd med forskellige frekvenser dvs. dybe og høje toner, som det menneskelige øre ikke er lige følsomt overfor.

Derfor tages der ved beregning af støj hensyn til, hvordan det menneskelige øre opfatter støjen ved at vægte niveauet ved de forskellige frekvenser - kaldet A-vægtning - og resultatet angives normalt med enheden dB(A). I det efterfølgende er anvendt betegnelsen dB, selvom der er tale om det A-vægtede støjniveau.

Den mindste ændring af støjen, som det menneskelige øre kan opfatte, er en ændring på 1 dB, hvis to støjniveauer sammenlignes umiddelbart efter hinanden. En ændring på 1 dB betragtes derfor i praksis, ikke som en hørbar ændring. En ændring af støjniveauet med 3 dB opfattes som tydeligt hørbar. En ændring på 8-10 dB opfattes som en halvering eller fordobling af støjen.

3 Afgrænsning

For vurdering af de støjmæssige konsekvenser af en tunnel under Marselis Boulevard er der udvalgt et afgrænset område, hvor det vurderes at støjen (L_{den} årsdøgngennemsnit) fra Marselis Boulevard kan være højere end 53 dB. Det udvalgte område fremgår af nedenstående Figur 1.



Figur 1 Udvalgt områder for undersøgelse af støjmæssige konsekvenser.

4 Lovgrundlag

Miljøstyrelsen har udgivet vejledninger om støj fra forskellige støjkilder såsom veje, jernbaner og virksomheder m.fl., som blandt andet indeholder vejledende grænseværdier for de pågældende former for støj.

De vejledende grænseværdier udtrykker en støjbelastning, der efter Miljøstyrelsens vurdering er miljømæssigt og sundhedsmæssigt acceptabel. Hvis støjen er lavere end den vejledende grænseværdi, vil kun en mindre del af befolkningen opleve støjen som generende, og den forventes ikke at have negative helbredsmæssige effekter.

4.1 Grænseværdier for støj i anlægsfasen

Der er ikke fastsat generelle, vejledende grænseværdier for støj fra bygge- og anlægsaktiviteter.

Støj, vibrationer og støv fra bygge- og anlægsarbejder reguleres efter miljøbeskyttelseslovens § 7, hvorefter miljø- og fødevareministeren kan fastsætte regler om anmeldelse af midlertidig placering og anvendelse af anlæg, transportmidler, mobile anlæg, maskiner og redskaber, der kan medføre forurening, herunder om vilkår for disses placeringer og anvendelse.

Jf. Miljøaktivitetsbekendtgørelsen[1] skal støv- og støjfrembringende bygge- og anlægsaktiviteter anmeldes til kommunen senest 14 dage før aktiviteten påbegyndes.

Bekendtgørelsen fastsætter bl.a. regler om, at kommunerne kan udarbejde forskrifter for midlertidige aktiviteter til begrænsning af gener fra støj og andre påvirkninger.

Aarhus Kommune har ikke udarbejdet en forskrift eller fastsat støjgrænseværdier for midlertidige bygge- og anlægsarbejder.

Jf. Aarhus Kommunens hjemmeside Når byggeri støjer og støver (aarhus.dk) er der fastsat driftstider for almindeligt forekommende samt særligt støjende bygge- og anlægsarbejder:

- *Støjende aktiviteter må kun ske mellem kl. 7-18 på hverdage og kl. 7-14 på lørdage. Der er ingen støjgrænser i disse tidsrum.*
- *Uden for ovennævnte tidsrum må aktiviteter på byggepladsen ikke medføre gener. I praksis betyder det, at der ikke kan bruges entreprenørmaskiner, motoriseret værktøj og slagværktøj i nærheden af beboelse.*

[1] Bekendtgørelse nr. 844 af 23/06/2017 om miljøregulering af visse aktiviteter.

- *Ramning (fx pælefundering) og vibrering må som udgangspunkt kun ske i tidsrummet kl.8-16 på hverdage.*

- *Der skal være væsentlige grunde til at fravige disse vilkår, og sker det, vil beboere i området normalt blive orienteret.*

Ved eventuelle klager vil støjen blive reguleret ved påbud jf. miljøbeskyttelseslovens § 42.

Ved vurdering af støjen fra bygge- og anlægsarbejderne for etablering af tunnelprojektet tages der udgangspunkt i de kriterieværdier (Tabel 1), man ser anvendt i andre kommuner. De angivne tidsrum svarer til de driftstider, som Aarhus Kommune har fastsat for almindelige og særligt generende anlægsaktiviteter.

Tabel 1 *Kriterieværdier for vurdering af støj fra anlægsaktiviteter angivet som det energiækvivalent, korrigerede, A-vægtede lydtrykniveau i dB.*

Tidsrum	**Kriterieværdi for støjvurdering**
Almindeligt forekommende bygge- og anlægsaktiviteter Mandag - fredag kl. 07-18 Lørdag kl. 07-14	70
Særligt generende bygge- og anlægsaktiviteter Mandag - fredag kl. 08-16	70
Øvrige tidsrum	40

Kriterieværdierne er energiækvivalente, A-vægtede støjniveauer (L_{Aeq}), dvs. gennemsnitsværdier over en given periode på forskellige dage og tidspunkter på døgnet:

- Mandag til fredag kl. 07-18: gennemsnit over 8 timer med mest støj

- Lørdag kl. 07-14: gennemsnit over 7 timer.

- Lørdag kl. 14-18: gennemsnit over 4 timer.

- Søndag kl. 07-18: gennemsnit over 8 timer med mest støj.

- Alle dage kl. 18-22: gennemsnit over 1 time med mest støj.

- Alle dage kl. 22-07: gennemsnit over ½ time med mest støj.

Hvis støjen indeholder tydelige toner eller impulser skal der gives et genetillæg på 5 dB til det vurderede støjniveau.

4.2 Grænseværdier for støj i driftsfasen

Støj fra vejtrafik vurderes i forhold til de vejledende grænseværdier for støj fra vejtrafik beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning "Støj fra veje", nr. 4/2007 og fremgår af nedenstående Tabel 2.

For støj fra vejtrafik benyttes indikatoren L_{den}, som er årsdøgnmiddelværdien, dvs. et vægtet gennemsnit af støjen i tidsperioderne dag (kl. 07-19), aften (kl. 19-22) og nat (kl. 22-07) beregnet over et år. Støj fra vejtrafik opleves mere generende i aften- og natperioden, hvorfor der gives et genetillæg på 5 dB til støjen i aftenperioden og 10 dB til støjen i natperioden. Når støjen bestemmes som L_{den}, vurderes det, at den beregnede døgnmiddelværdi bedst svarer til den opfattede støjpåvirkning hos naboer langs vejen.

Tabel 2 Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for støj fra vejtrafik, L_{den} i dB.

Områdetype	**Vejledende grænseværdi**
Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser ol.	53
Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler ol. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og bydelsparker	58
Hoteller, kontorer mv.	63

Hvis en bolig eller anden støjfølsom anvendelse udsættes for støj, der overstiger støjgrænseværdien, betragtes den som støjbelastet. Hvis støjniveauet er 10 dB højere end støjgrænseværdien, betragtes den som stærkt støjbelastet.

Grænseværdierne anvendes i forbindelse med planlægning, når der skal udlægges arealer til nye boliger og anden støjfølsom anvendelse langs eksisterende veje, men lægges også til grund, når støjgener ved eksisterende boliger langs eksisterende veje skal vurderes.

Der er ikke fastsat vejledende grænseværdier for støj fra nye veje, men Miljøstyrelsen finder, at der bør tages samme hensyn til støjen, når man planlægger nye veje og vejudbygninger som ved planlægning af nye arealer til boligbebyggelse tæt på eksisterende veje.

Der gælder derfor ingen støjgrænseværdi for eksisterende boliger langs eksisterende veje. Overskrides støjgrænseværdien ved eksisterende boliger, findes der heller ikke en generel pligt til at reducere støjen således at grænseværdien kan overholdes.

WHO anbefaler i deres seneste retningslinjer vedrørende ekstern støj (Environmental Noise Guidelines for the European Region), at støj fra vejtrafik bør reduceres til under L_{den} 53 dB, da det vurderes, at vejtrafikstøj over dette niveau kan

have skadelige helbredseffekter for mennesker. I Danmark anvendes dog fortsat Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier ved vurdering og begrænsning af støj fra vejtrafik.

5 Metode og datagrundlag

5.1 Støj i anlægsfasen

Støjen fra forventede aktiviteter kan ikke måles, og vurderes derfor på baggrund af støjberegninger. Støjen fra anlægsaktiviteterne er således beregnet og vurderet med fokus på væsentligt støjende anlægsaktiviteter ved etableringen af tunnelen under Marselis Boulevard.

Til vurdering af støj fra anlægsaktiviteterne er der antaget forventede anlægsmetoder, omfang og varighed af aktiviteterne samt kildestyrker for de forventede entreprenørmaskiner.

Støjberegningerne er udført på grundlag af en topografisk 3D-model opbygget i softwareprogrammet SoundPLAN ver. 9.0.

5.1.1 Topografisk grundlag

Modellen er baseret på højdedata fra den danske højdemodel (DHM) og digitale vejkanter fra GeoDanmark (Dataforsyningen).

Bygningsgeometrier er modtaget fra Aarhus Kommunes støjkortlægning fra 2022, leveret som SoundPLAN geofiler fordelt på henholdsvis bygninger til boligformål og øvrige bygninger.

Terrænoverflader er digitaliseret på baggrund af ortofotos dvs. at kørebaner, befæstede arealer og vand er forudsat at være akustisk hårde (reflekterende), mens alle øvrige områder er forudsat at være akustisk bløde (absorberende).

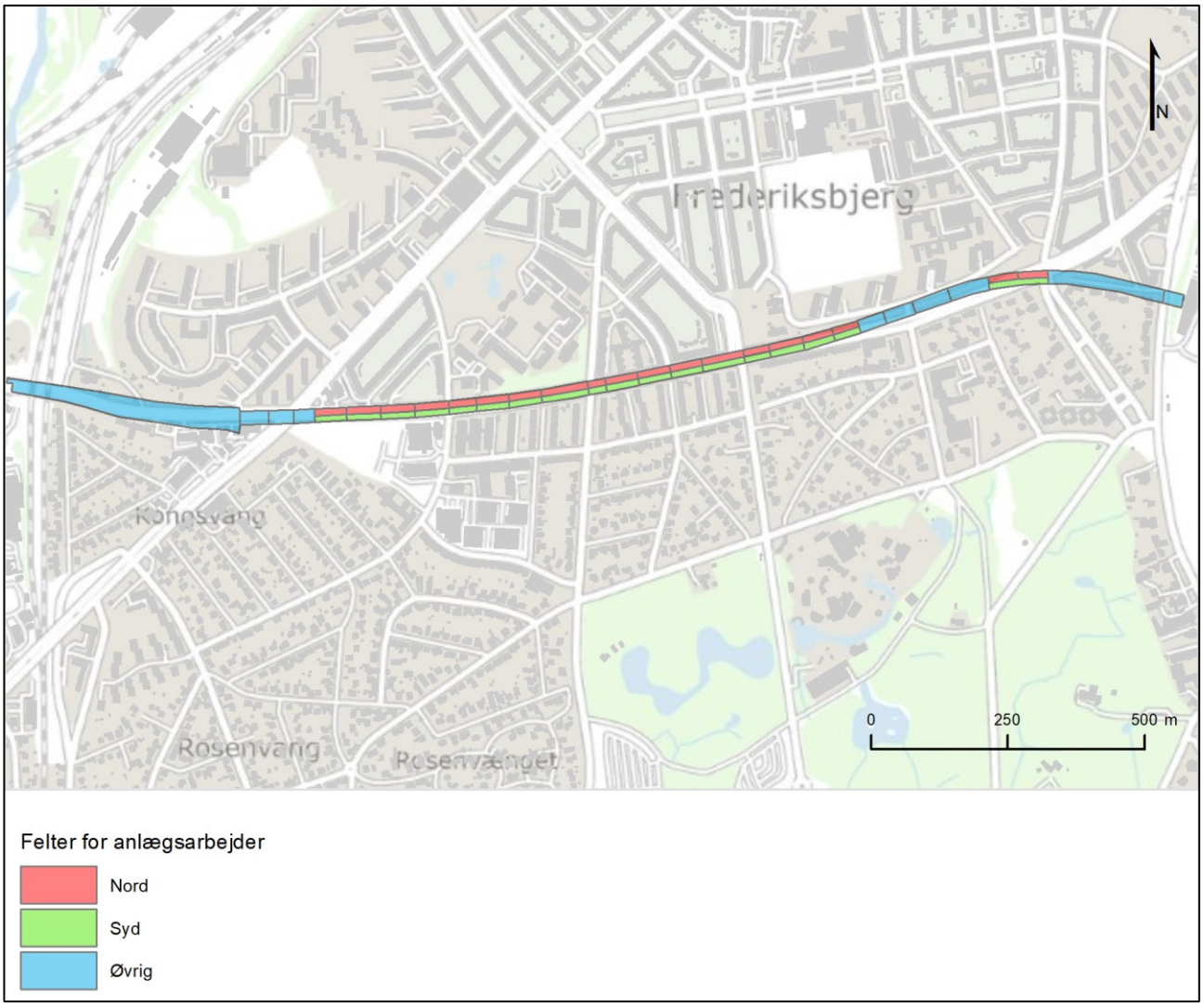
5.1.2 Anlægsaktiviteter

Aktiviteterne strækker sig over hele anlægsperioden og vil kunne udføres samtidig ved flere lokaliteter langs tunnelprojektet. Den enkelte nabo vil derfor kunne opleve perioder med anlægsaktiviteter, men også perioder uden aktiviteter indenfor projektets samlede anlægsperiode.

Den forventede anlægsperiode vil være fra 2028 til 2035.

Det skal bemærkes, at nedenstående forslag til fase- og tidsplan samt anvendte maskiner, er et på nuværende tidspunkt bedste bud. Når den endelige entreprenør for projektet er valgt, vil der kunne ske ændringer i såvel tidsplan som typer og antal af maskiner samt rækkefølge i såvel fase- som tidsplan.

Hele strækningen for anlæg af tunnelen er i en faseplan opdelt i en række felter i den nordlige og sydlige del af Marselis Boulevard, som vist i nedenstående Figur 2.



Figur 2 Faseplan med felter for anlægsarbejder.

Der er for hele anlægsfasen opstillet et forslag til en tidsplan for de enkelte felter i faseplanen, med eksempel som vist i nedenstående Figur 3.

⊟ **Felt N4**	**202 days**
Etablering af byggeplads Felt N5	14 days
Etablering af korte indfatningsvægge	3 days
Etablering af manglende lange indfatningsvægge	4 days
Udgravning til afstivningsniveau for øvre byggegrube	2 days
Udgraving til og etablering af guidewalls	6 days
Etablering af sekantpæle	30 days
Udgravning til 1 interne afstivningsniveau Felt N4	3 days
Installation af 1 intern afstivningsniveau felt N4	10 days
Udgravning til 2 interne afstivningsniveau felt N4	4 days
Installation af 2 intern afstivningsniveau felt N4	10 days
Udgravning til bundpladeniveau felt N4	4 days
Etablering af bundplade inkl. renselag, armering og udstøbning felt N4	17 days
Etablering af midtervæg og indervægge felt N4	32 days
Topplade inkl. Stillads, form, armering og udstøbning felt N4	25 days

Figur 3 Eksempel med udsnit af tidsplan for anlægsaktiviteter i Felt N4.

Anlægsarbejderne planlægges udført således, at når der f.eks. arbejdes i Felt N4 så er der byggeplads i Felt N5, som også anvendes samtidig som byggeplads for Felt N6.

Der er på baggrund af fase- og tidsplanen udvalgt en række anlægsaktiviteter som vurderes at kunne medføre betydende støj ved naboerne.

I nedenstående Tabel 3 oplistes forskellige forventede typer af anlægsaktiviteter og de typer af maskiner som antages anvendt. Der er angivet kildestyrke for de enkelte maskiner, vurderet antal i samtidig drift og deraf vurderet en samlet kildestyrke for den pågældende anlægsaktivitet.

Tabel 3 Maskiner der antages anvendt med tilhørende kildestyrker og driftsforhold.

Anlægsaktivitet	**Maskiner**	**Kildestyrke LwA, dB**	**Antal i drift**	**Total kildestyrke LwA, dB**
Opbrydning af belægninger	asfaltfræser gravemaskine lastvogn fejemaskine med sug	110 103 101 104	2 2 3 2	115
Arbejds- og depotplads	gravemaskine/mobilkran lastvogn	103 101	2 3	109
Nedvibrering af spuns	vibrator på rammemaskine gravemaskine/mobilkran lastvogn	115 103 101	2 2 2	118
Boring af sekantpæle	sekantboremaskine gravemaskine	116 103	2 2	119

	lastvogn betonbil, støbning	101 97	2 2	
Udgravning/jord-håndtering	stor gravemaskine/ gummihjulslæsser lille gravemaskine tromlevibrator lastvogn	106 100 104 101	2 2 1 6	113
Konstruktionsarbej-der	gravemaskine/mobil-kran/betonbil lastvogn	103 101	2 3	109
Etablering af vejbe-lægning	asfaltudlægger tromle fejemaskine med sug lastvogn	104 103 104 101	2 3 2 3	113

Etablering af arbejds- og depotpladser forventes af have en varighed på ca. 14 dage for hver af faseplanens enkelte felter.

Etablering af midlertidige spunsvægge forventes at have en varighed på 3-4 dage, men for enkelte lange spunsvægge ved rampetilslutninger mv. vil varigheden være 7-12 dage.

Boring af sekantpæle forventes for de mindste felter en varighed på ca. 5-10 dage, mens der for de typiske felter forventes en varighed på 10 dage. Der er dog enkelte felter med varighed på op til 15-30 dage afhængig af antal af borerigge.

Udgravning for etablering af tunnelen forventes at have en varighed på 10-20 dage for hver af faseplanens enkelte felter.

Etablering af tunnelens bundplade, midtervæg og topplade forventes at have en samlet varighed på 60-70 dage inkl. anstilling af stillads, form, armering og udstøbning.

Etablering af ny vejkasse ovenpå tunnelen og udlægning af nyt bærelag/slidlag forventes en samlet varighed på ca. 3 dage for hver af faseplanens enkelte felter.

De mest støjende anlægsaktiviteter vurderes at være nedvibrering af spuns og boring af sekantpæle. Nedvibrering af spuns er den mest skånsomme metode i forhold til støj og vibrationer for at etablere de nødvendige midlertidige spunsvægge. Sekantpæle er armerede betonpæle, der bores/støbes på stedet og som kan tage store belastninger og nå ned til de bæredygtige jordlag. Ved boring af sekantpæle undgås rystelser, som kan være ødelæggende for omkringliggende bygninger.

For de oplistede typer af anlægsaktiviteter vil der sjældent optræde tydeligt hørbare toner eller impulser i støjen, hvorfor der ikke indgår et +5 dB genetillæg ved beregning af støjen.

Kørsel med lastbiler på offentlig vej til og fra anlægget indgår ikke i vurdering af støj fra anlægsaktiviteterne. Det vurderes, at andelen af ekstra lastbiler på de i forvejen meget trafikerede veje omkring anlægget, ikke vil medføre nogen betydende øget støj fra vejtrafikken. På Marselis Boulevard forventes der jf. trafikmodellen for referencesituationen 2040 (uden tunnel) i gennemsnit at køre ca. 1.400 køretøjer pr. time i dagperioden, heraf ca. 400 lastbiler. Når anlægsarbejdet foregår, forventes der i den mest intensive periode at foregå bortkørsel af jord med ca. 36 lastbiler pr. time. Dette vil medføre en forøgelse af støjen i dagperioden med ca. 0,3 dB, men vil kun medføre en forøgelse af døgnmiddelværdien (L_{den}) med ca. 0,1 dB.

5.1.3 Støjberegning

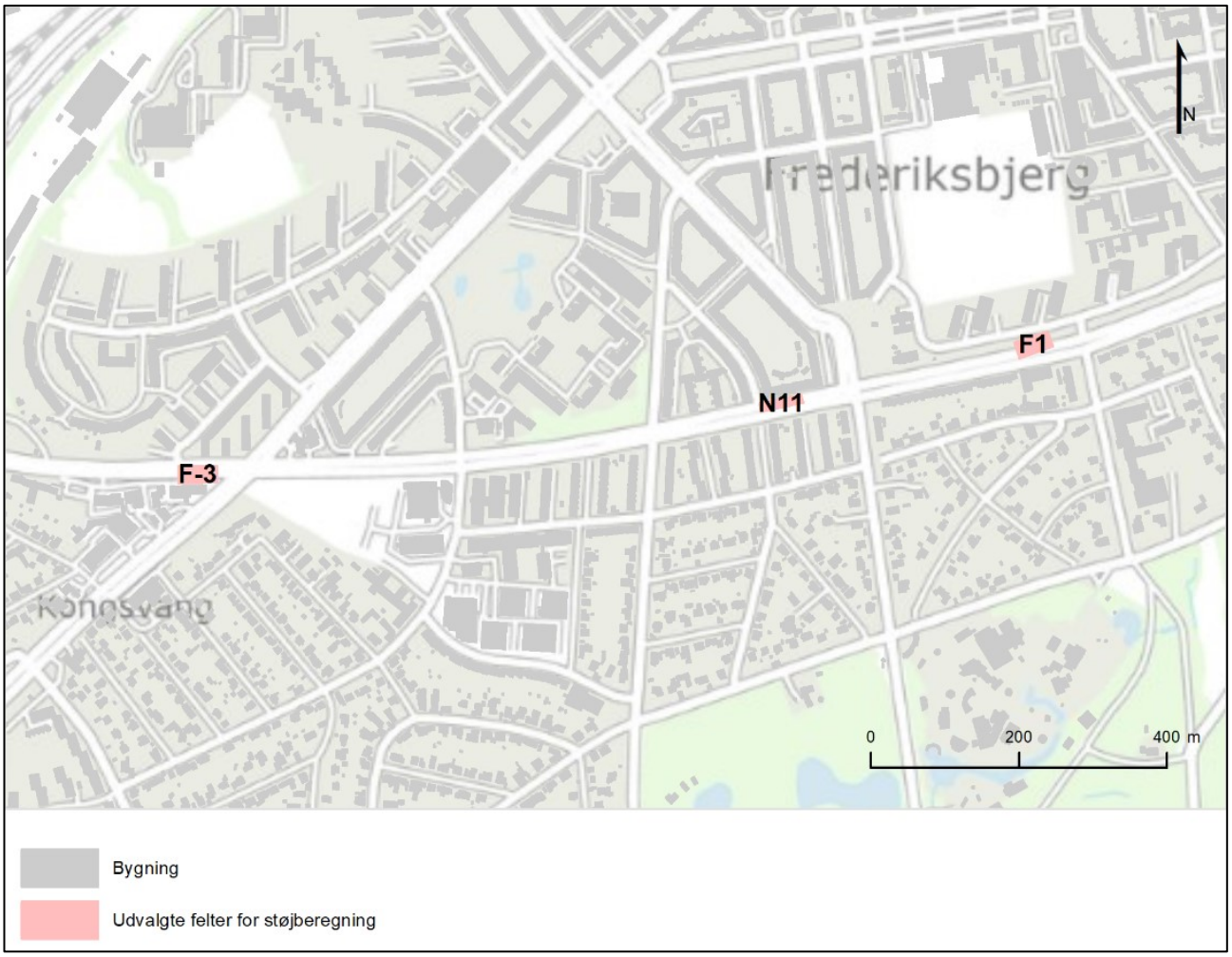
Støjen i omgivelserne beregnes ved hjælp af den metode, som er beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993, "Beregning af ekstern støj fra virksomheder" på baggrund af maskinernes lydeffekt (LwA) og driftstid.

For alle anlægsmetoder/maskiner gælder, at de er valgt som realistiske og sandsynlige for de forventede anlægsaktiviteter. De anvendte forudsætninger om maskinernes lydeffekt (støjudsendelse) er baseret på tabelværdier og erfaringsmateriale fra lignende større anlægsprojekter.

For normal arbejdstid i dagperioden (kl. 07-18) er der generelt forudsat en effektiv driftstid på 75 %, idet der må forventes perioder med ventetid, tomgang og pauser for de enkelte maskiner. For nedvibrering af spuns og boring af sekantpæle er der forudsat en effektiv driftstid på 50 %, da der typisk bruges længere tid på opstilling af maskiner og materialer.

Anlægget af tunnelen er jf. faseplanen opdelt i 50 felter.

Der er derfor foretaget støjberegning for tre udvalgte lokaliteter langs Marselis Boulevard, som vist i nedenstående Figur 4 (Felt F-3, Felt N11 og Felt F1), for henholdsvis den mest støjende anlægsaktivitet (boring af sekantpæle) og en mindre støjende anlægsaktivitet (etablering af byggeplads). Disse lokaliteter er valgt som repræsentative for forskellige typer af bebyggelse langs vejen, dvs. henholdsvis etageboligbebyggelse tæt på vejen og mere spredt bebyggelse i lidt større afstand fra vejen.



Figur 4 Udvalgte felter i faseplanen for beregning af støj fra anlægsaktiviteter.

Der er udført beregning af støjniveauet i et net af punkter (Grid Noise Map) placeret med indbyrdes afstand på 10 m. Beregningshøjden er 1,5 meter over terræn, svarende til den højde for hvilken de vejledende grænseværdier for udendørs opholdsarealer er gældende. Efterfølgende er de beregnede støjniveauer interpoleret til støjniveaukonturer som kan bruges til visualisering af støjudbredelsen. Beregningsresultaterne er inklusive refleksioner fra bygninger, hvorfor støjniveauer beregnet tæt ved bygninger vil være lidt højere (2-3 dB) og derfor ikke kan betragtes som fritfeltsværdier, som umiddelbart kan sammenholdes med støjgrænseværdier.

Som supplement til beregning af støjudbredelsen og optegning af støjkonturkort er der udført beregning i punkter (Single Point Sound) ved en udvalgt bygningsfacade henholdsvis nord og syd for vejen således, at der også kan foretages en vurdering af det konkrete støjniveau i større højder ved f.eks. etageboligbebyggelser.

Der er ved støjberegningerne anvendt beregningsparametre for beregning af støjen i facadepunkter (Single Point Sound) og for optegning af støjkonturer (Grid Noise Map) som vist i nedenstående Tabel 4.

Tabel 4 Beregningsparametre.

Parameter	Single Point Sound	Grid Noise Map
SoundPLAN ver./update	9.0 / 02-08-2023	9.0 / 02-08-2023
Reflection order:	3	1
Max Search Radius:	1000 m	1000 m
Max Reflection Distance Rec:	200 m	200 m
Max Reflection Distance Src:	50 m	50 m
Tolerance:	0,1 dB	0,5 dB
SPS/GNM points:	1 point selected facade	Grid 10 m/1,5 mot
Assessment:	DK hverdag	DK hverdag

5.2 Støj i driftsfasen

Der er foretaget beregning af støj fra vejtrafikken og vurdering af de støjmæssige konsekvenser.

Støjberegningerne er udført for følgende scenarier:

- Eksisterende trafik i år 2023 (basis).
- Forventet trafik i år 2040 uden etablering af tunnel (referencesituation).
- Forventet trafik i år 2040 med etablering af tunnel (projektsituation).

Støjberegningerne er udført på grundlag af en topografisk 3D-model opbygget i softwareprogrammet SoundPLAN ver. 9.0.

5.2.1 Topografisk grundlag

Modellen er baseret på højdedata fra den danske højdemodel (DHM, 2018-2022), digitale vejkanter fra GeoDanmark (Dataforsyningen, 2022) samt modelfiler (DXF, september 2023) for vejprojektet til den projekterede tunnel og herunder ændrede forløb af tilstødende og krydsende veje.

Bygningsgeometrier er modtaget fra Aarhus Kommunes støjkortlægning fra 2022, leveret som SoundPLAN geofiler fordelt på henholdsvis bygninger til boligformål og øvrige bygninger. Baseret på digitale adresser med BBR-oplysninger om bygningsanvendelse, er der yderligere medtaget bygninger med anvendelse til andre støjfølsomme formål som f.eks. skoler, anden undervisning, institutioner, behandlingshjem mv. Der findes ikke digitale adresser for alle kolonihavehuse, hvorfor disse manuelt er udvalgt og medtaget i støjkortlægningen.

Terrænoverflader er digitaliseret på baggrund af ortofotos dvs. at kørebaner, befæstede arealer og vand er forudsat at være akustisk hårde (reflekterende), mens alle øvrige områder er forudsat at være akustisk bløde (absorberende).

Støjskærme og støttevægge er inddateret i modellen baseret på tilgængelige kort og ortofotos. Den eksisterende/planlagte jordvold langs Åhavevej er digitaliseret på baggrund af kortmateriale fra Aarhus Kommunes tillæg til miljøgodkendelse af denne "Ændring af eksisterende støjvold langs Åhavevej", maj 2021.

5.2.2 Trafik

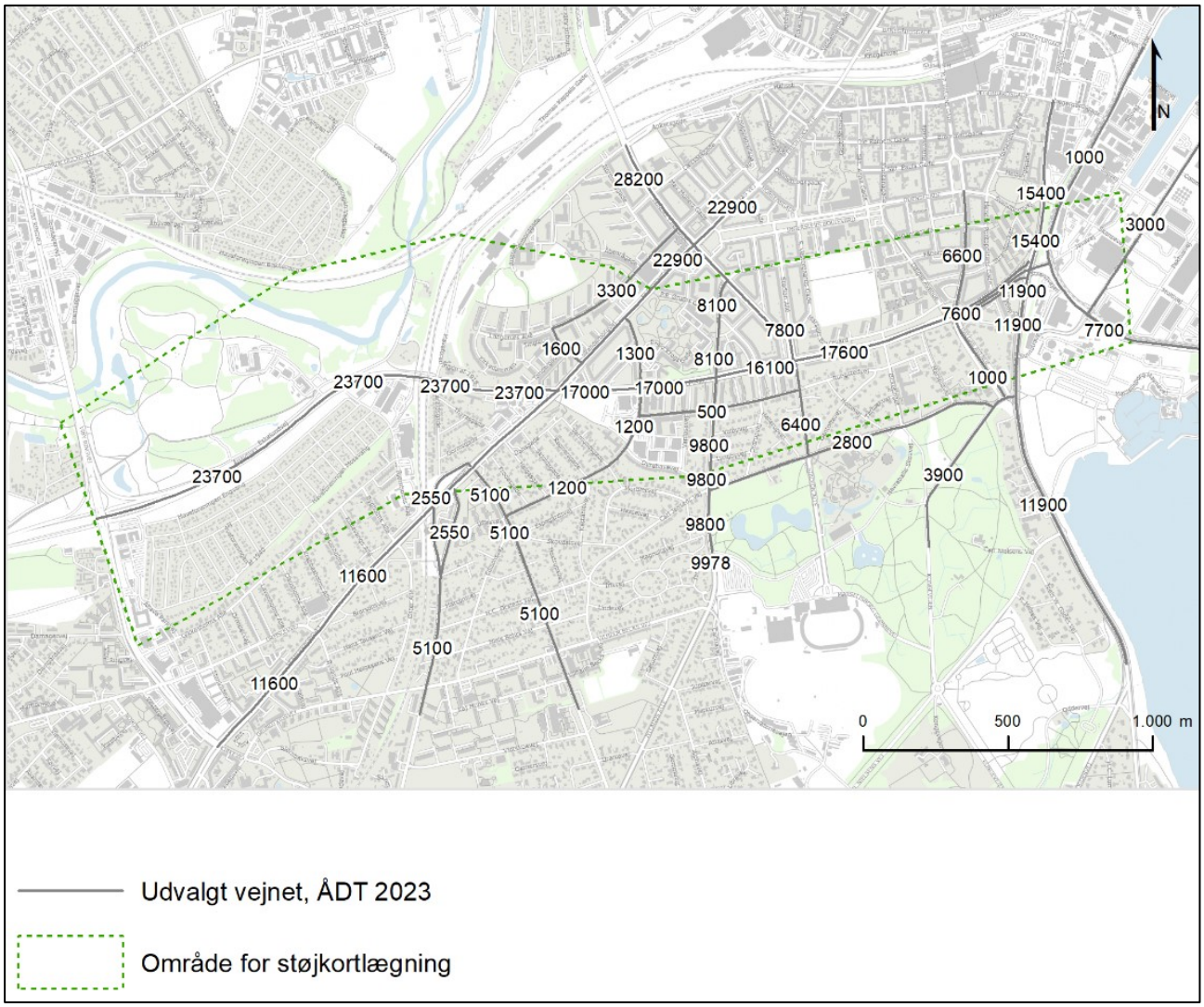
Ved beregning af støjen tages der hensyn til trafikkens type, hastighed og antallet af køretøjer fordelt over døgnet.

De anvendte trafikmængder er leveret som hverdagsdøgntrafik (HDT) jf. trafikmodellen og er omregnet til årsdøgntrafik (ÅDT) der angiver den gennemsnitlige trafik over alle årets dage.

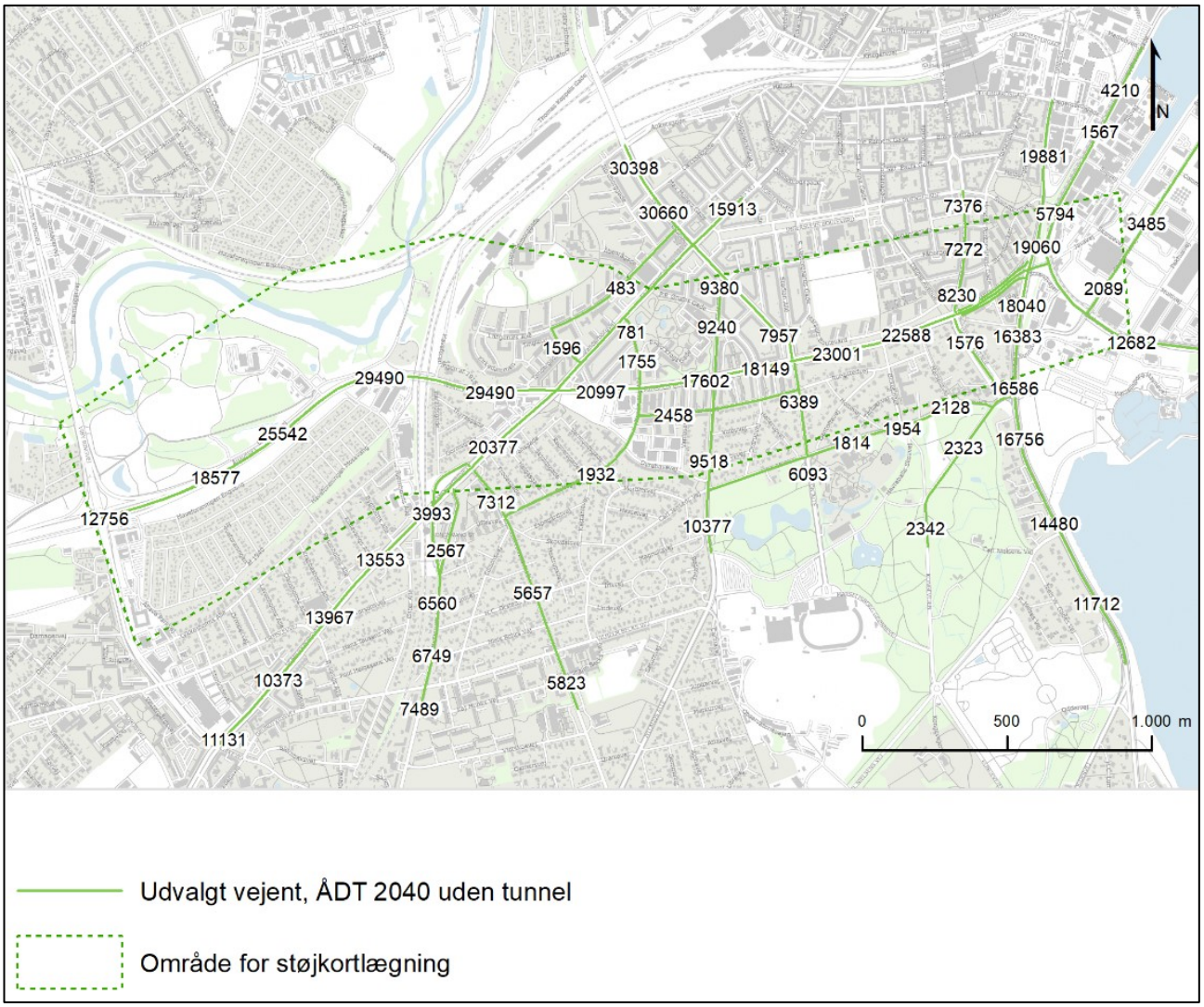
Årsdøgntrafikken er fordelt på køretøjskategorier og døgnperioder. Der er for beregningsscenarier uden og med tunnelen anvendt trafikmængder for prognose i år 2040 uden anlæg af Værkmestergades forlængelse.

Der er for basissituationen i 2023 anvendt relevante trafikmængder jf. eksisterende tællinger og trafikmodel.

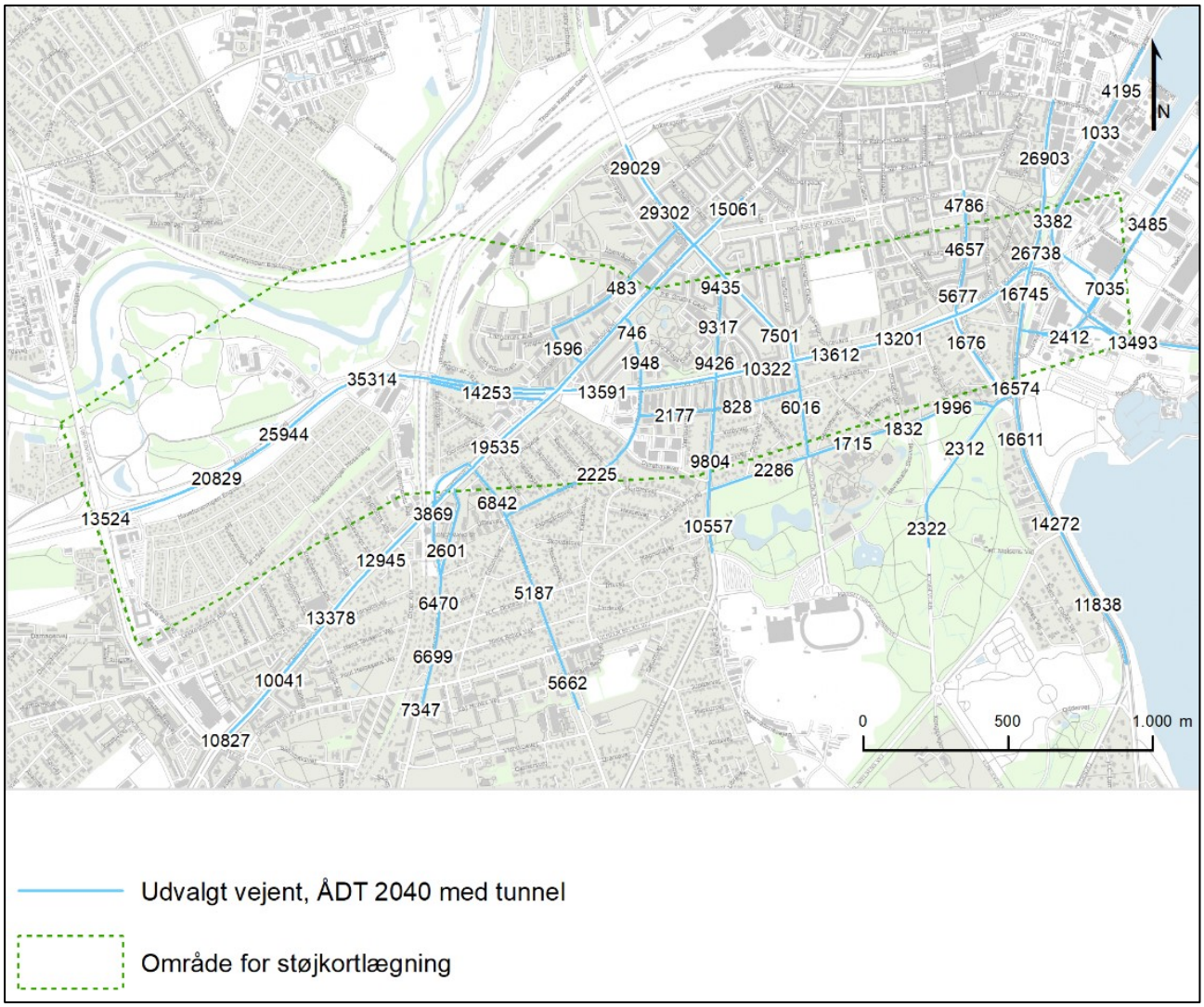
Foruden Marselis Boulevard og den projekterede tunnel er der i modellen medtaget udvalgte lokale veje, hvor trafikken kan ændres som følge af den nye tunnel.



Figur 5 *Trafikmængder ÅDT 2023 (basis) for det udvalgte vejnet.*



Figur 6 *Trafikmængder ÅDT 2040 uden tunnel (referencesituation) for det udvalgte vejnet.*



Figur 7 *Trafikmængder ÅDT 2040 med Marselistunnelen (projekt) for det udvalgte vejnet.*

Hastighed

Retningslinjer vedrørende beregning af støj fra vejtrafik med NORD2000 metoden forskriver, at der anvendes faktiske kørehastigheder - eller i mangel af dette, erfarede/skiltede hastigheder. I dette tilfælde er der anvendt tilladte hastigheder fra trafikmodellen.

Vejbelægning

Vejbelægningens alder og type har betydning for den støj, der genereres af vejtrafikken og kan medtages ved beregning med NORD2000. Støjen vil øges efterhånden som belægningen bliver ældre og ved støjberegninger er det praksis at tage udgangspunkt i egenskaberne midt i belægningens levetid. Yderligere har det betydning at lufttemperaturen i Danmark i gennemsnit er 8 - 9 °C og at vejbelægningen i en del af året er våd. Derfor angives belægningskorrektioner som værdier for et gennemsnitsår i forhold til en temperatur på 20 °C.

Vejdirektoratet anvender klimavenligt slidlag (KVS), og det vurderes, at KVS støjmæssigt svarer til en SMA8 standard belægningskorrektion. Der er for alle beregningsscenarier forudsat asfaltbelægning med SMA8 standard på Vejdirektoratets vejstrækninger og ombyggede lokale veje samt SMA11 på de lokale veje.

De anvendte korrektioner for belægningstyper er givet i Håndbog NORD2000 og efterfølgende opdatering fra 2020 vedrørende korrektioner for vejbelægninger.

Der er anvendt følgende korrektionsværdier:

SMA 11: $\Delta L_{Road,DK}$ = 1,4 (yearly average).

Standard SMA 8: $\Delta L_{Road,DK}$ = 0,6 (yearly average).

5.2.3 Støjberegning

Støjberegningerne er udført med den nordiske beregningsmetode NORD2000 i overensstemmelse med Miljøstyrelsens gældende vejledninger og retningslinjer jf. "Håndbog NORD2000, beregning af vejtrafik i Danmark", rapport 434 2013.

Ved støjberegning med NORD2000 indgår et gennemsnit af de meteorologiske forhold forekommende over et år og resultatet gives som årsdøgnmiddelværdien (L_{den}).

L_{den} udtrykker et vægtet gennemsnit af støjen i tidsperioderne dag (kl. 07-19), aften (kl. 19-22) og nat (kl. 22-07), idet der gives et genetillæg på 5 dB til støjen i aftenperioden og 10 dB til støjen i natperioden.

Facadestøj

Støjniveauet er beregnet i punkter for hver etage på hver bygningsfacade med anvendelse til støjfølsomme formål (Facade Noise Map). Resultater beregnet i facadepunkter er friholdt for refleksioner fra "egen" bygningsfacade og der er således tale om fritfeltsværdier, som umiddelbart kan vurderes i forhold til støjgrænseværdien.

Optælling af antal boliger og anden støjfølsom anvendelse (institutioner og skoler mv.) der udsættes for støjniveauer L_{den} over 53 dB, sker ud fra facadestøjniveauer beregnet pr. etage ved de enkelte bygninger jf. "Metode 3 - den mest detaljerede" i Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2006.

Beregningsresultatet fra SoundPLAN eksporteres og overføres til tabeller i en database. Via en række forespørgsler udtrækkes det maksimale beregnede støjniveau pr. adresse knyttet til oplysninger om bygningsanvendelse, som er registeret i Bygnings- og Boligregistret (BBR). Antallet af boliger og øvrig støjfølsom anvendelse summeres og grupperes på bygningsanvendelse og fordeles i 5 dB intervaller.

I det følgende benævnes helårs- og fritidsboliger samt øvrig støjfølsom anvendelse som boliger. En bolig betragtes som støjbelastet, når støjniveauet på en bygningsfacade er højere end støjgrænseværdien L_{den} 58 dB.

Støjkonturkort

Der er supplerende udført beregning af støjniveauet i et net af punkter (Grid Noise Map) placeret med indbyrdes afstand på 20 m. Beregningshøjden er 1,5 meter over terræn, svarende til den højde for hvilken de vejledende grænseværdier for udendørs opholdsarealer er gældende. Efterfølgende er de beregnede støjniveauer interpoleret til støjniveaukonturer som kan bruges til visualisering af støjudbredelsen. Beregningsresultaterne er inklusive refleksioner fra bygninger, hvorfor støjniveauer beregnet tæt ved bygninger vil være lidt højere (2-3 dB) og derfor ikke kan betragtes som fritfeltsværdier der umiddelbart kan sammenholdes med støjgrænseværdier.

Støjniveaukonturer eksporteres fra SoundPLAN som ESRI shapefile (polygoner) og anvendes i de støjkort der fremgår af den digitale miljøkonsekvensvurdering (MKV).

Beregningsparametre

Ved støjberegning med SoundPLAN og NORD2000 metoden anvendes der for beregning af støjen i facadepunkter (Facade Noise Map) og for optegning af støjkonturer (Grid Noise Map) forskellige beregningsparametre herunder antallet af refleksioner (reflektionsorden) der medtages.

Valg af refleksionsorden har betydning for nøjagtigheden af støjberegningerne, men har også en væsentlig betydning for beregningstiden.

Vejdirektoratet har derfor ønsket at få undersøgt betydningen af antallet af refleksioner, der medtages ved beregning af henholdsvis støjkonturkort og facadepunkter. Denne undersøgelse er nærmere beskrevet i notat ”80800-RAD-MILJ-NOTA-0013”, COWI 07-08-2023.

Der kan ved medtagelse af 2. ordens refleksioner i stedet for 3. ordens refleksioner i gennemsnit forventes en forskel på mindre end 0,4 dB ved de bygningsfacader som har betydning i forhold til opgørelse af antal støjbelastede boliger og beregning af SBT.

Dette skal ses i lyset af de øvrige usikkerheder, som er forbundet med udførelse af støjberegninger – f.eks. vil en unøjagtighed på 10 % af trafikmængden på en given vejstrækning medføre en forskel på ca. 0,4 dB, og en unøjagtighed i antaget hastighed på 5 km/t vil ligeledes medføre en forskel på ca. 0,4 dB.

I forhold til beregning af facadestøjniveauer er det vurderet, at der ved en støjkortlægning, som har til formål at belyse en relativ forskel imellem en referencesituation og udvalgte scenarier, vil kunne opnås tilstrækkeligt nøjagtige resultater ved anvendelse af 2. ordens refleksioner.

Ved støjkonturkort beregnet med 1. ordens refleksioner fås den bedste overensstemmelse mellem støjkonturkort og facadestøjniveauer.

Der er ved støjberegningerne anvendt beregningsparametre for beregning af støjen i facadepunkter (Facade Noise Map) og for optegning af støjkonturer (Grid Noise Map) som vist i nedenstående Tabel 5.

Tabel 5 Beregningsparametre.

Parameter	Facade Noise Map	Grid Noise Map
SoundPLAN ver./update	9.0 / 02-08-2023	9.0 / 02-08-2023
Reflection order:	2	1
Max Search Radius:	1500 m	1500 m
Max Reflection Distance Rec:	200 m	200 m
Max Reflection Distance Src:	50 m	50 m
Tolerance:	0,3 dB	0,8 dB
DK Weather Statistics:	4 cl	4 cl
FNM/GNM points:	1 point/center facade	Grid 20 m/1,5 mot
Assessment:	Lden (DK)	Lden (DK)

5.2.4 Støjbelastningstal

Den samlede støjbelastning - og dermed støjgene - i et område kan beskrives ved det såkaldte støjbelastningstal (SBT). SBT er en vægtet sum af antallet af boliger, der udsættes for støj over den vejledende grænseværdi i et givet område, hvor de mest støjbelastede boliger vejer tungest. Til vægtningen benyttes en genefaktor, som afhænger af støjniveauet (L_{den}). Genefaktoren er et indeks, der udtrykker hvor generende et givet støjniveau føles for beboerne, og beregnes jf. notat[2] fra Miljøstyrelsen efter følgende formel: $G = 0{,}01*4{,}22^{((Lden-44)/10)}$. Beregning af SBT foretages ud fra det beregnede støjniveau ved den enkelte bolig.

SBT kan bruges til at sammenligne støjgenen ved forskellige alternativer baseret på genevirkningen i stedet for kun at opgøre antallet af støjbelastede boliger. F.eks. kan mange boliger med et støjniveau lige over grænseværdien have samme SBT som nogle få boliger med et meget højt støjniveau. SBT kan således bruges til objektivt at vurdere, i hvilket alternativ boligerne er mest generet af støj fra vejtrafik. SBT kan ligeledes bruges til at vurdere effekten af forskellige støjbeskyttende foranstaltninger i forhold til de økonomiske omkostninger forbundet med etablering af disse.

6 Vurdering af støj i anlægsfasen

For anlægsfasen er der udført støjberegninger for de udvalgte, støjende anlægsaktiviteter for tre udvalgte områder omkring faseplanens Felt F1, Felt F-3 og Felt N11.

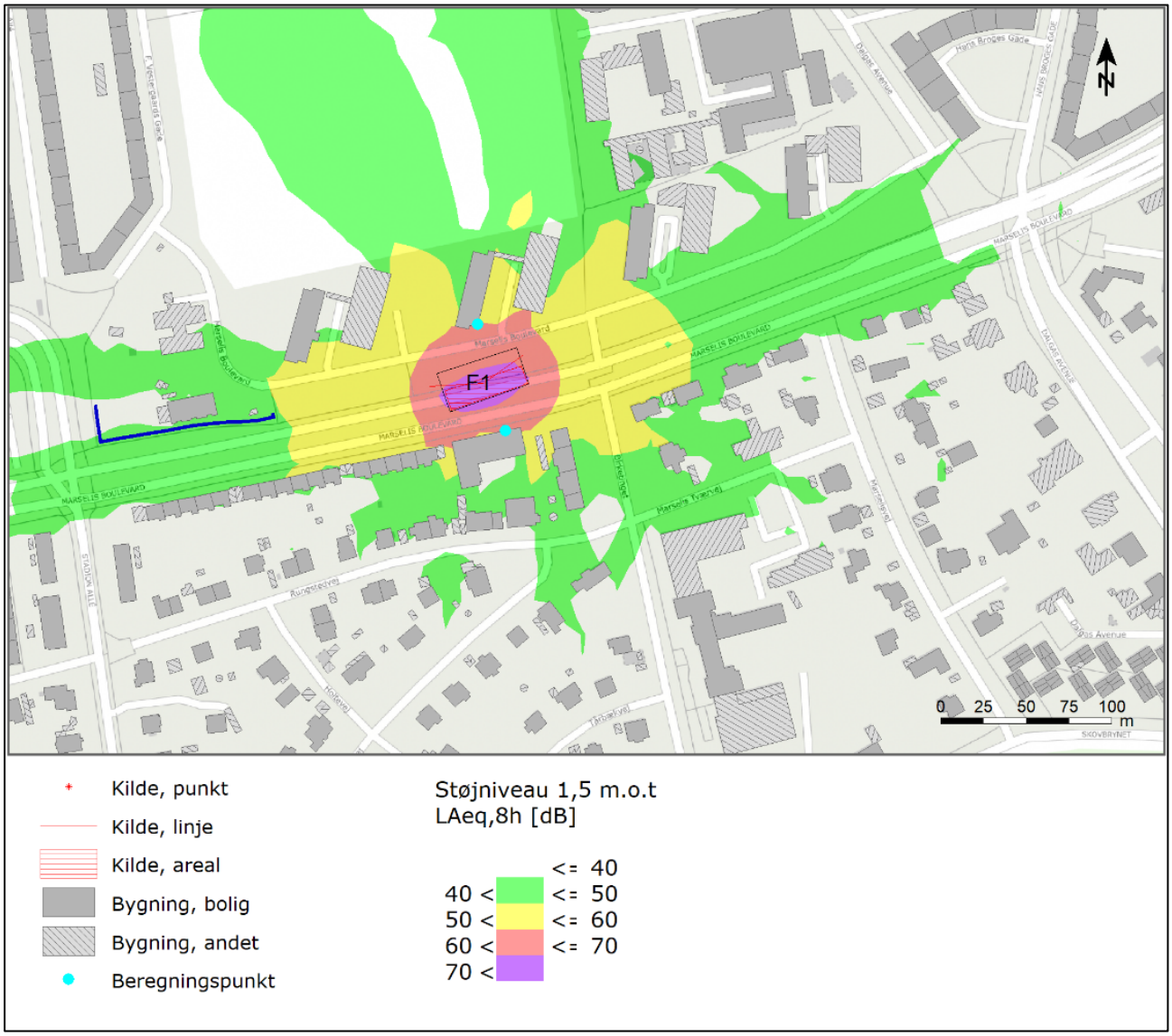
2 Miljøstyrelsen 2010. Notat MST-5100-00020. Nyt støjbelastningstal til vurdering af vejtrafikstøj.

Støjniveauet er beregnet som det ækvivalente, A-vægtede støjniveau for de mest støjende 8 timer i dagperioden kl. 07-18 (LAeq,8h).

6.1 Felt F1

I området nord for Felt F1 er der etageboliger i 15 etager som ligger lidt tilbagetrukket og der er ikke vinduer i gavle ud mod vejen. Umiddelbart syd for vejen ligger Forældreskolen Aarhus.

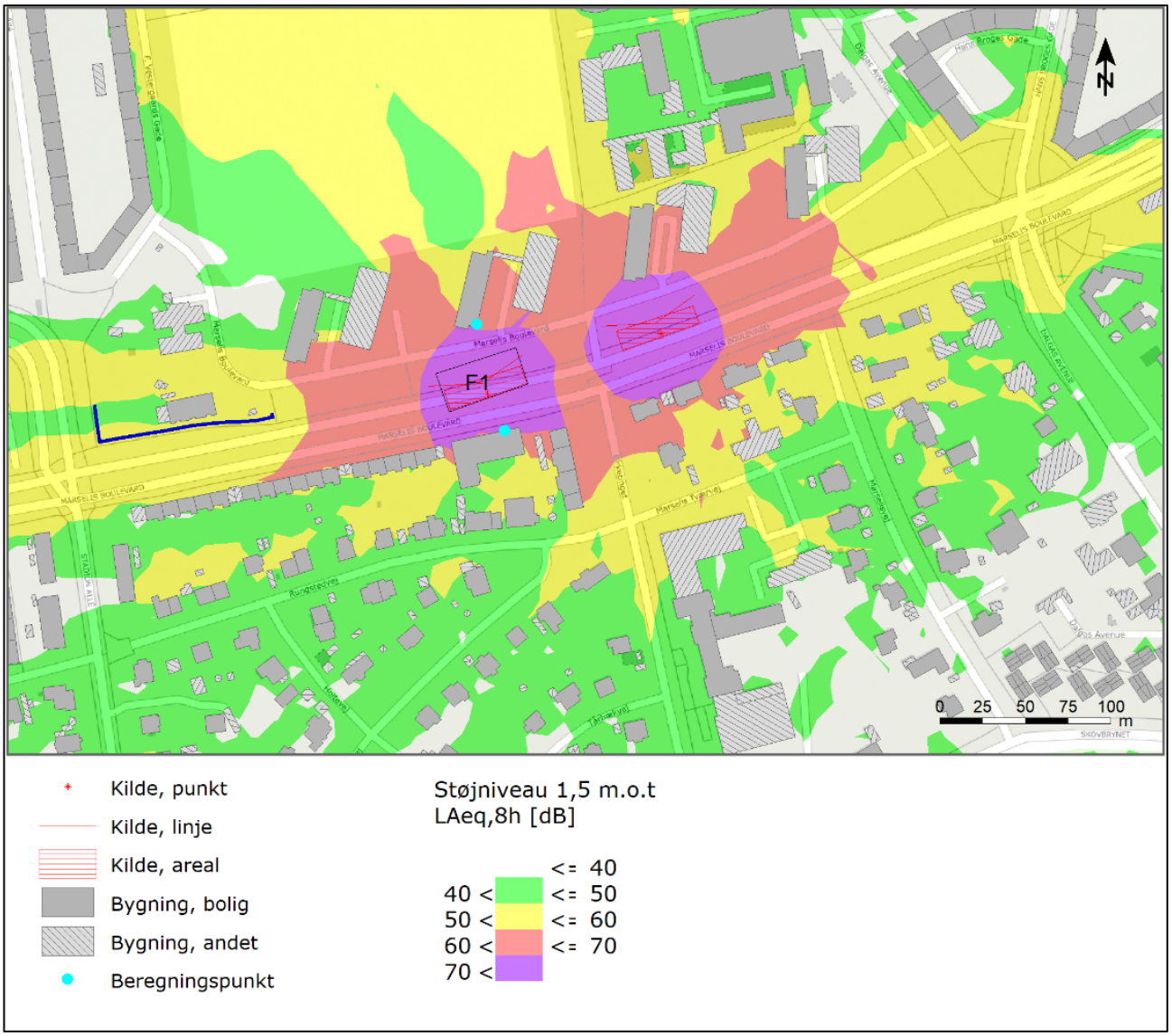
I den efterfølgende Figur 8 er vist støjen fra etablering af byggeplads, der vurderes at være en af de mindst støjende aktiviteter og som vil forekomme i starten af anlægsperioden. Det er forudsat, at der foregår levering af materialer med lastvogne og håndtering med to gravemaskiner/mobilkraner på byggepladsen. Etablering af byggepladsen forventes at foregå i en periode på 14 dage.



Figur 8 Støj fra etablering af byggeplads, Felt F1.

I nedenstående Figur 9 er vist støjen som følge af etablering af sekantpæle, der vurderes at være den mest støjende anlægsaktivitet. Det er som "worstcase"

betragtning forudsat, at der i Felt F1 foregår boring af sekantpæle med en borerig, bortkørsel af jord med en lastvogn og støbning af pæle med en betonbil. Det er forudsat, at der samtidig foregår boring af sekantpæle med en borerig, bortkørsel af jord med lastvogn og støbning af pæle med en betonbil i nabofeltet Felt F3 (feltet mellem F1 og F3 anvendes i situationen til arbejdsareal). Der forventes at kunne etableres 3 m sekantpælevæg pr. dag for hver borerig der anvendes og der forventes derfor en varighed på 20 arbejdsdage for etablering af sekantpæle i Felt F1.



Figur 9 Støj fra etablering af sekantpæle, Felt F1.

Resultatet af støjberegning ved de udvalgte bygningsfacader nord og syd for vejen fremgår af nedenstående Tabel 6.

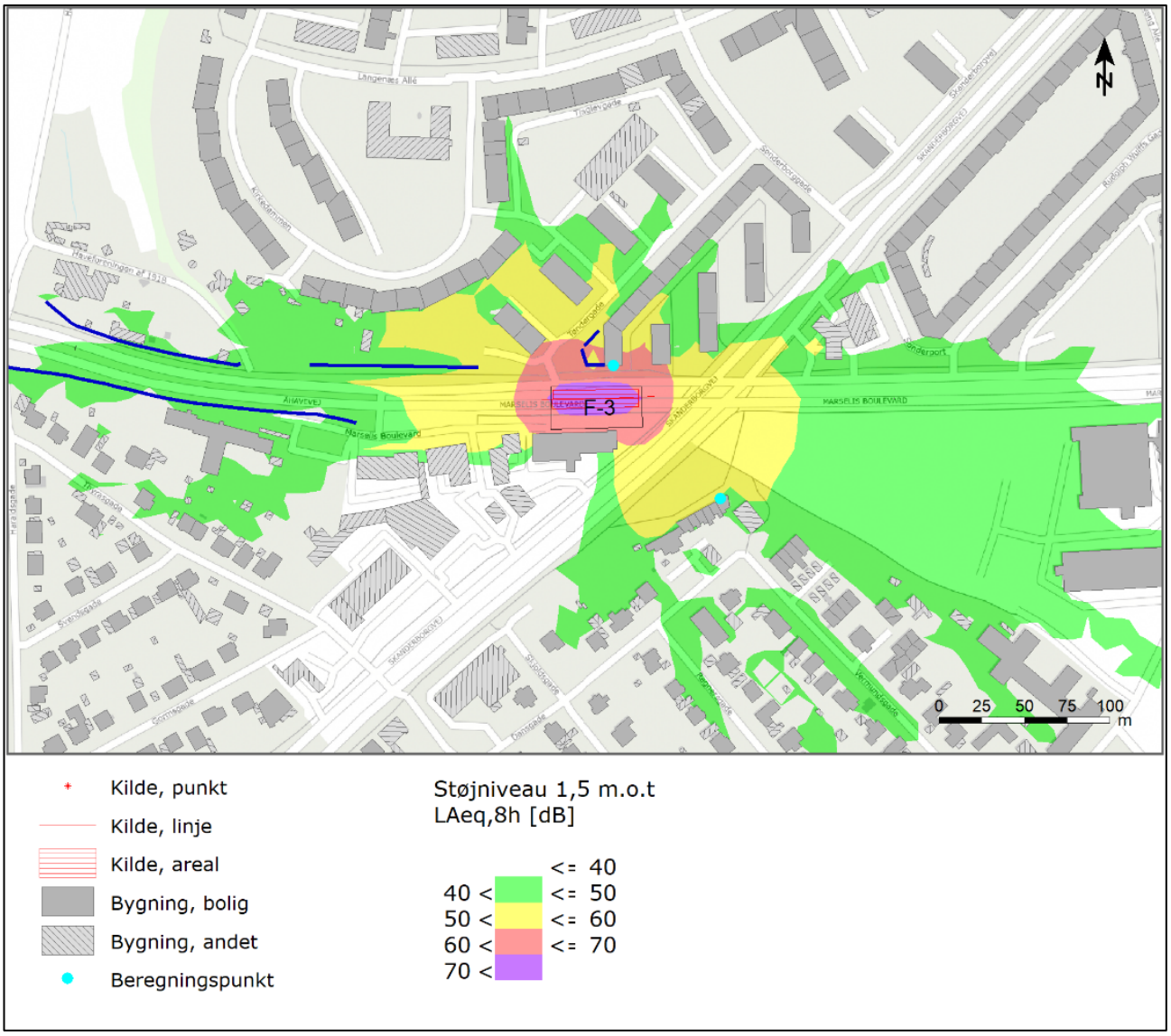
Tabel 6 *Resultat af støjberegning i punkter ved udvalgte facader nord og syd for vejen.*

Beregningspunkt	Etage	Etablering af byggeplads (LAeq,8h [dB])	Boring af sekantpæle (LAeq,8h [dB])
Marselis Boulevard 34 (etagebolig)	Stuen	60	69
	1. sal	60	70
	2. sal	60	70
	3. sal	60	70
	4. sal	60	70
	5. sal	60	70
	6. sal	59	69
	7. sal	59	69
	8. sal	59	68
	9. sal	58	68
	10. sal	58	68
	11. sal	58	68
	12. sal	57	68
	13. sal	57	67
	14. sal	57	67
Forældreskolen	Stuen	63	75
	1. sal	63	75

6.2 Felt F-3

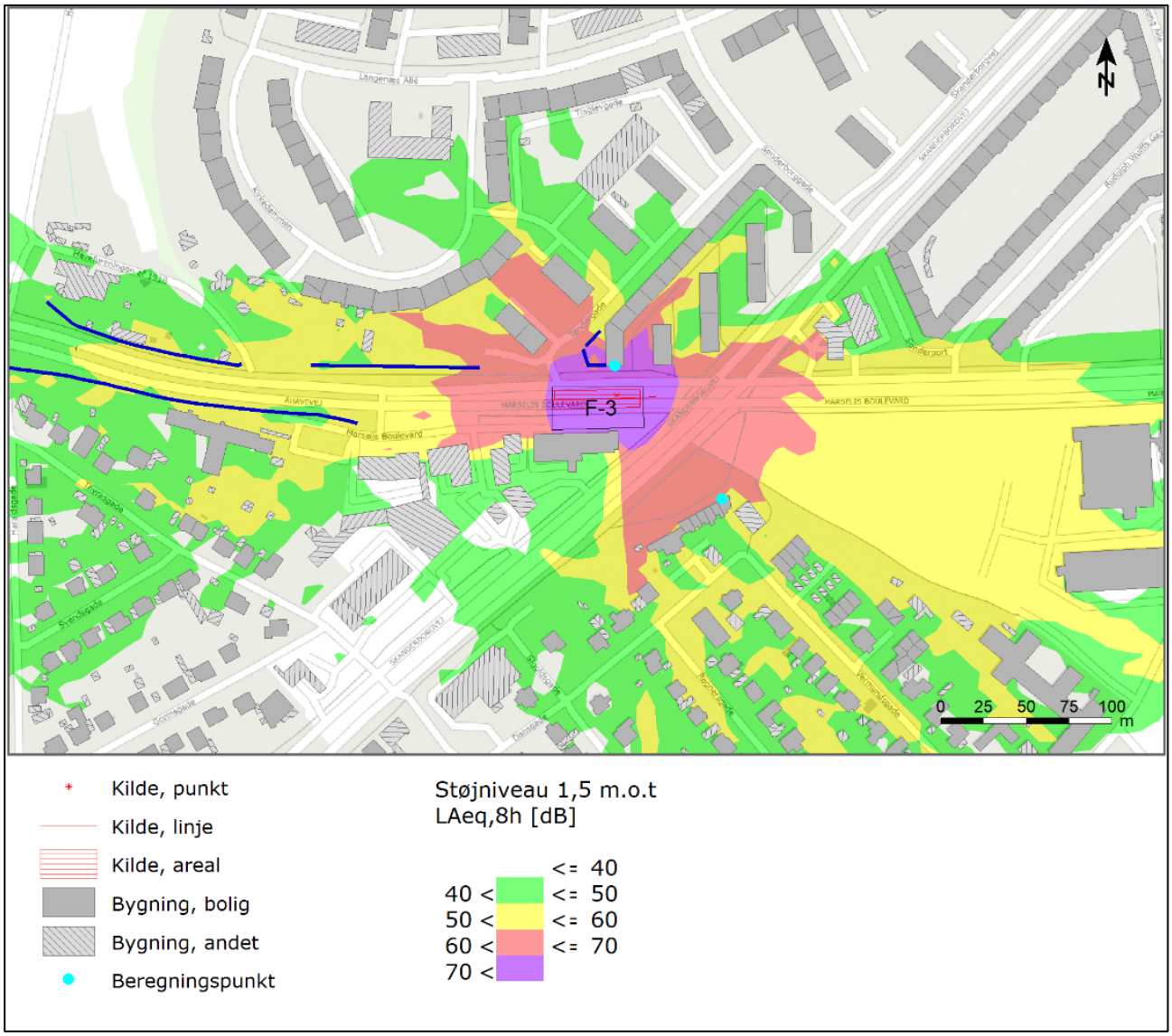
I området nord for Felt F-3 er der etageboliger i 3 etager umiddelbart ud til Marselis Boulevard og der er vinduer i gavlene ud mod vejen. Syd for Marselis Boulevard ligger der i lidt større afstand fra vejen spredt boligbebyggelse langs Dansgade.

I nedenstående Figur 10 er vist støjen fra etablering af byggeplads, der vurderes at være en af de mindst støjende aktiviteter og som vil forekomme i starten af anlægsperioden. Det er forudsat, at der foregår levering af materialer med lastvogne og håndtering med to gravemaskiner/mobilkraner på byggepladsen. Etablering af byggepladsen forventes at foregå i en periode på 14 dage.



Figur 10 Støj fra etablering af byggeplads, Felt F-3.

I nedenstående Figur 11 er vist støjen som følge af etablering af sekantpæle, der vurderes at være den mest støjende anlægsaktivitet. Det er som "worstcase" betragtning forudsat, at der i Felt F-3 foregår boring af sekantpæle med en borerig, bortkørsel af jord med en lastvogn og støbning af pæle med en betonbil. Der forventes at kunne etableres 3 m sekantpælevæg pr. dag for hver borerig, der anvendes og der forventes derfor en varighed på godt 40 dage for etablering af sekantpæle i Felt F-3.



Figur 11 *Støj fra etablering af sekantpæle, Felt F-3.*

Resultatet af støjberegning ved de udvalgte bygningsfacader nord og syd for vejen fremgår af nedenstående Tabel 7.

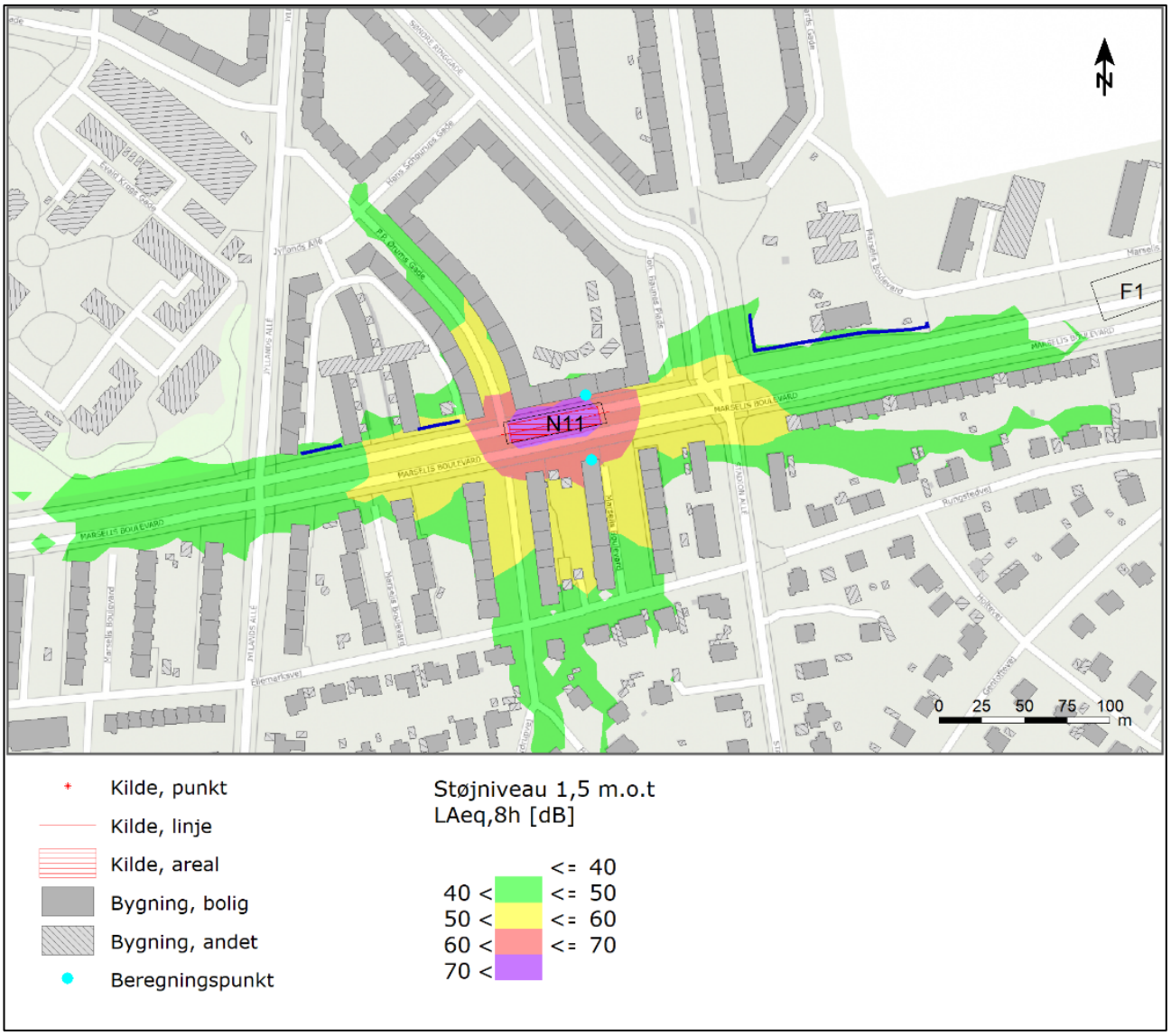
Tabel 7 *Resultat af støjberegning i punkter ved udvalgte facader nord og syd for vejen.*

Beregningspunkt	Etage	Etablering af byggeplads (LAeq,8h [dB])	Boring af sekantpæle (LAeq,8h [dB])
Marselis Boulevard 134	Stuen	65	78
	1. sal	65	79
	2. sal	65	78
Dansgade 23	Stuen	51	61
	1. sal	52	62

6.3 Felt N11

Området omkring Felt N11 består overvejende af etageboliger, med bebyggelse i 6 etager nord for Marselis Boulevard og 3-4 etager syd for Marselis Boulevard.

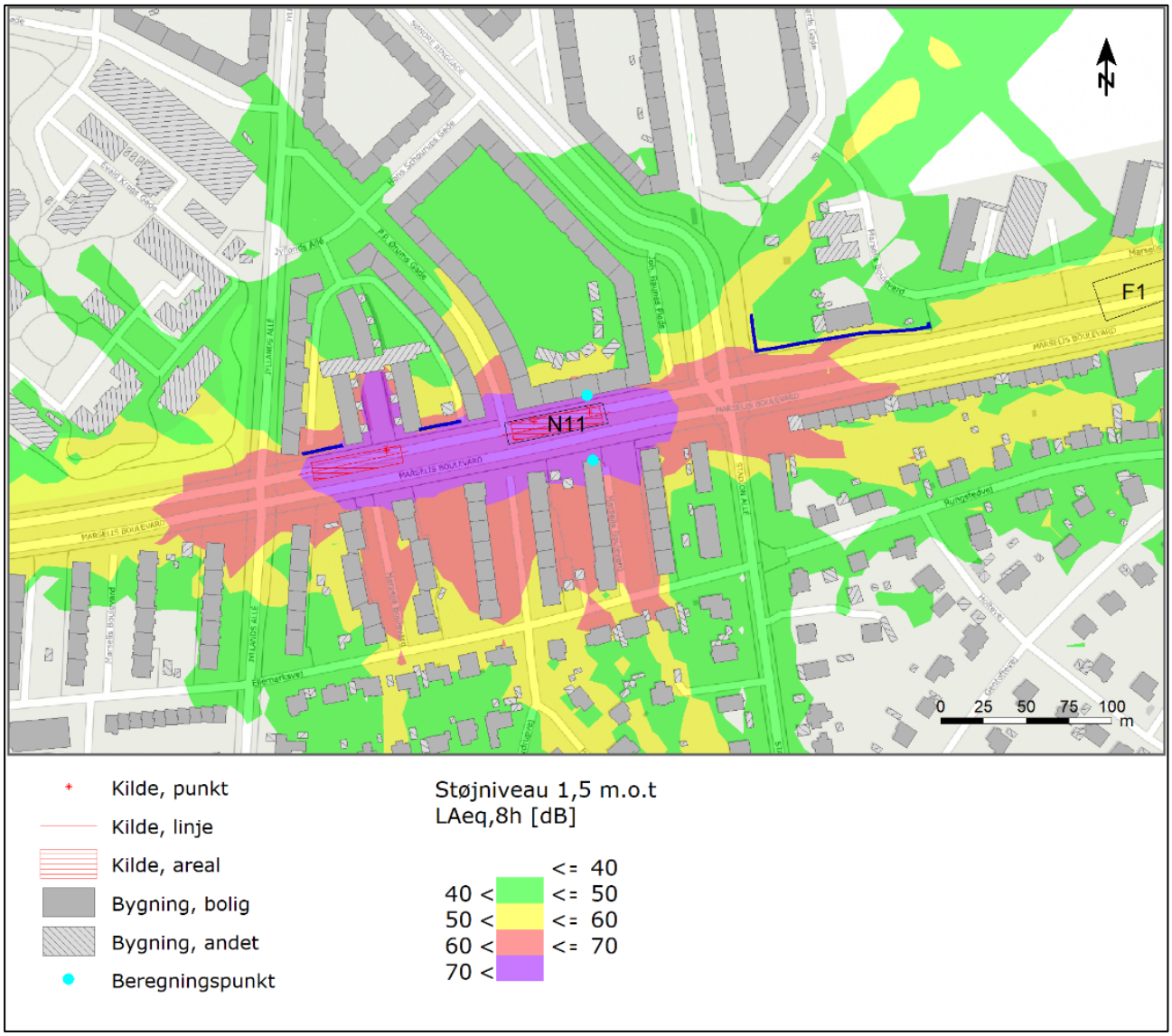
I den efterfølgende Figur 12 er vist støjen fra etablering af byggeplads, der vurderes at være en af de mindst støjende aktiviteter og som vil forekomme i starten af anlægsperioden. Det er forudsat, at der foregår levering af materialer med lastvogne og håndtering med to gravemaskiner/mobilkraner på byggepladsen. Etablering af byggepladsen forventes at foregå i en periode på 14 dage.



Figur 12 Støj fra etablering af byggeplads, Felt N11.

I nedenstående Figur 13 er vist støjen som følge af etablering af sekantpæle, der vurderes at være den mest støjende anlægsaktivitet. Det er som "worstcase" betragtning forudsat, at der i Felt N11 foregår boring af sekantpæle med to borerigge, bortkørsel af jord med to lastvogne og støbning af pæle med to betonbiler. Desuden er det forudsat, at der samtidig foregår boring af sekantpæle med en borerig, bortkørsel af jord med lastvogn og støbning af pæle med betonbil i Felt N9 (det mellemliggende nabofelt vil i perioden anvendes som

arbejdsareal). Der forventes at kunne etableres 3 m sekantpælevæg pr. dag for hver borerig, der anvendes og der forventes derfor en varighed på 8-10 dage for etablering af sekantpæle i Felt N11.



Figur 13 *Støj fra etablering af sekantpæle, Felt N11.*

Resultatet af støjberegning ved de udvalgte bygningsfacader nord og syd for vejen fremgår af nedenstående Tabel 8.

Tabel 8 *Resultat af støjberegning i punkter ved udvalgte facader nord og syd for vejen.*

Beregningspunkt	Etage	Etablering af byggeplads (LAeq,8h [dB])	Boring af sekantpæle (LAeq,8h [dB])
Marselis Boulevard 74-78	Stuen	66	85
	1. sal	67	85
	2. sal	66	84

	3. sal	66	83
	4. sal	65	81
	5. sal	65	80
Marselis Boulevard 65	Stuen	62	74
	1. sal	63	75
	2. sal	63	75

7 Vurdering af støj i driftsfasen

For driftsfasen er der udført støjberegninger for et basisscenarie 2023, en referencesituation 2040 og en situation med tunnelprojektet i 2040. Det er ud fra de beregnede facadestøjniveauer kortlagt, hvilke boliger der har et støjniveau (L_{den} årsdøgngennemsnit), som er højere end 53 dB.

Opgørelse af antal støjbelastede boliger og beregning af SBT er foretaget for boliger og anden støjfølsom anvendelse, som har et støjniveau, der er højere end støjgrænseværdien på 58 dB.

Det skal bemærkes, at da støjkortlægningen ikke omfatter alle lokale veje omkring Marselis Boulevard, vurderes antallet af støjbelastede boliger i praksis at være højere end opgjort i denne undersøgelse.

7.1 Basis 2023

Støjberegninger og opgørelse af antal boliger, der udsættes for støjniveauer over 53 dB, er foretaget i områder langs de eksisterende veje for en basissituation med trafikmængder i år 2023.

Opgørelse af antal boliger med støjniveauer over 53 dB inden for det udvalgte område, fordelt på bygningsanvendelse, fremgår af Tabel 9.

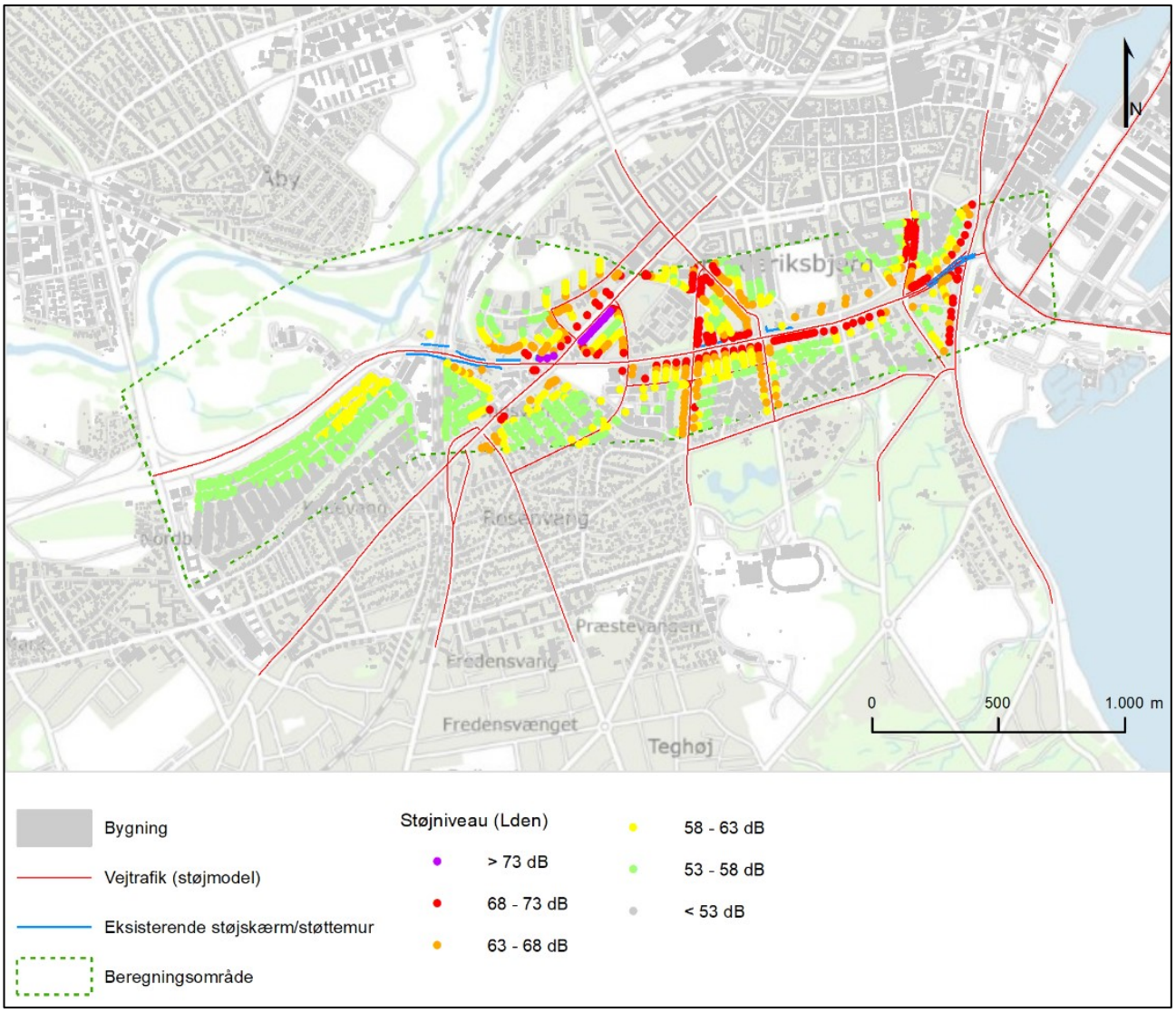
Tabel 9 Antal boliger opgjort i støjintervaller, basisscenarie 2023.

Bygningsanvendelse	**Beregnet støjniveau på facade (L_{den} i dB)**						**SBT**
	53-58	**58-63**	**63-68**	**68-73**	**>73**	**I alt > 58**	
Parcelhuse	138	51	31	12	0	94	17
Række-, kæde-, eller dobbelthus	43	13	6	17	0	36	10
Etageboligbygning, flerfamiliehus eller tofamiliehus	1264	1096	1692	1011	108	3907	1066
Kollegium	222	0	1	62	0	63	25
Boligbygning til døgninstitution	0	0	1	0	0	1	0,3
Anden helårsbeboelse	0	0	1	1	0	2	1
Grundskole	3	2	0	1	0	3	1
Anden bygning til undervisning	8	5	3	1	0	9	2
Hospice, behandlingshjem mv.	0	1	0	0	0	1	0,1
Daginstitution	0	1	1	0	0	2	0,3
Sommerhuse	0	1	0	0	0	1	0,1
Kolonihavehuse	192	39	0	0	0	39	4
Sum	1870	1209	1736	1105	108	4158	1126

Antallet af støjbelastede boliger, dvs. med et støjniveau L_{den} over 58 dB, er opgjort til i alt 4.158, og heraf er der 1.213 stærkt støjbelastede boliger dvs. med støjniveauer L_{den} over 68 dB. Antallet af boliger i intervallet med L_{den} 53-58 dB er opgjort til 1.870. Støjbelastningstallet SBT er beregnet til 1.126 (boliger med L_{den} over 58 dB).

Der er jf. de anvendte digitale adresser med BBR-oplysninger i alt 7.667 boliger (eller anden støjfølsom anvendelse) indenfor det valgte undersøgelsesområde. Således vurderes 54 % af alle boliger indenfor undersøgelsesområdet at være støjbelastede og 16 % at være stærkt støjbelastede på grund af støjen fra de veje der indgår i støjberegningerne.

I nedenstående Figur 14 er vist støjpåvirkede boliger i undersøgelsesområdet omkring Marselis Boulevard, udtrykt ved det højeste beregnede støjniveau for hver adresse og inddelt i 5 dB farveintervaller for støjniveauer over 53 dB.



Figur 14 *Støjpåvirkede boliger i basis 2023. Højeste støjniveau beregnet for adressepunkter indenfor undersøgelsesområdet langs Marselis Boulevard.*

7.2 Referencesituation 2040

Støjberegninger og opgørelse af antal boliger, der udsættes for støjniveauer over 53 dB, er foretaget i områder langs de eksisterende veje for en referencesituation med prognose for trafikmængder i 2040 uden etablering af en tunnel under Marselis Boulevard. Referencesituationen bruges til vurdering af ændringen af støjpåvirkningen som følge af etablering af tunnelen.

Opgørelse af antal boliger med støjniveauer over 53 dB inden for det udvalgte område, fordelt på bygningsanvendelse, fremgår af Tabel 10.

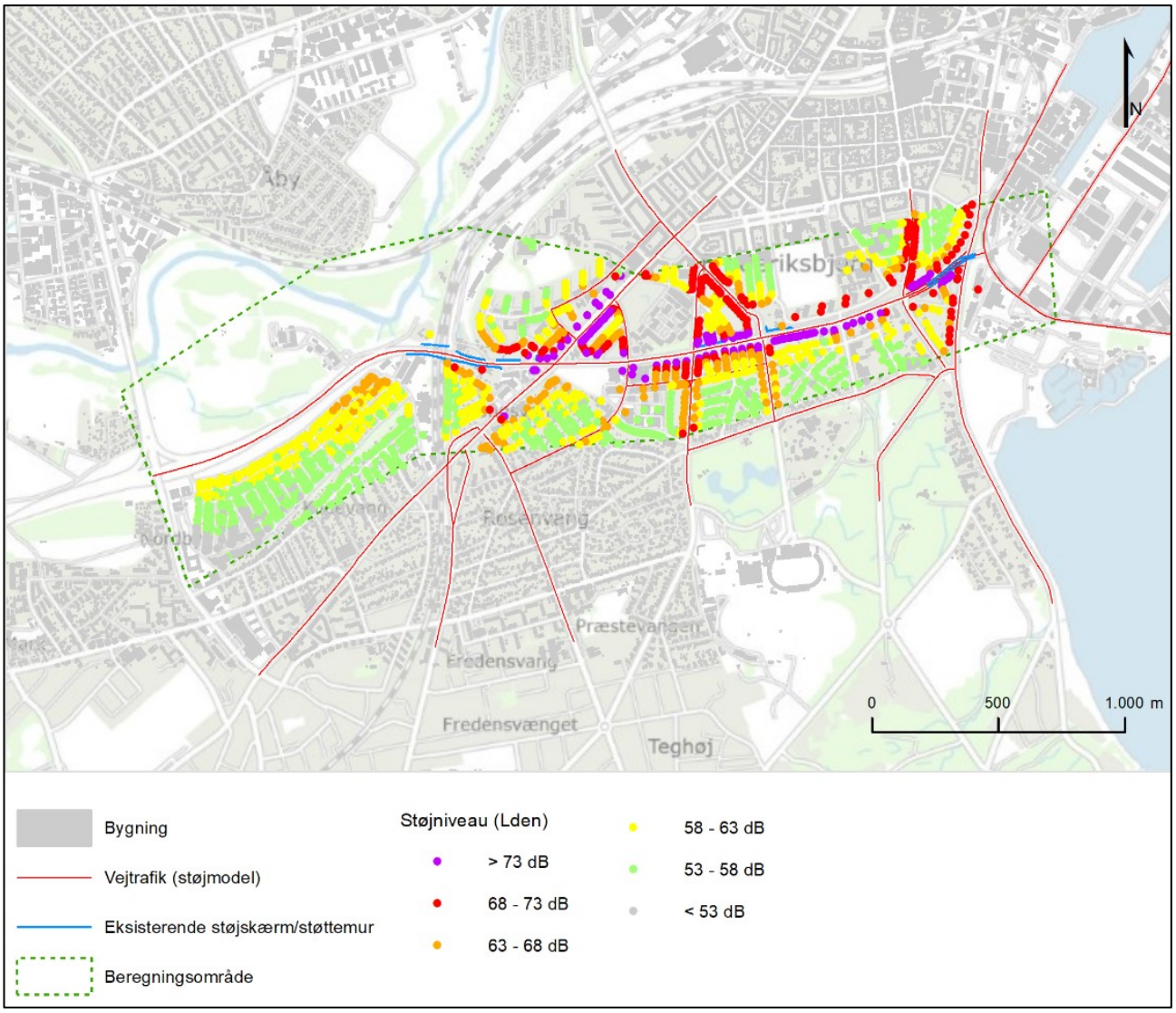
Tabel 10 Antal boliger opgjort i støjintervaller, referencescenarie 2040.

Bygningsanvendelse	Beregnet støjniveau på facade (L_{den} i dB)						SBT
	53-58	58-63	63-68	68-73	>73	I alt > 58	
Parcelhuse	199	106	48	11	5	170	31
Række-, kæde-, eller dobbelthus	44	31	18	1	16	66	24
Etageboligbygning, flerfamiliehus eller tofamiliehus	1153	1371	911	1726	740	4748	1804
Kollegium	51	177	0	1	62	240	88
Boligbygning til døgninstitution	0	0	0	1	0	1	0,5
Anden helårsbeboelse	0	0	0	1	1	2	1
Grundskole	0	3	2	0	1	6	2
Anden bygning til undervisning	6	5	5	1	3	14	4
Hospice, behandlingshjem mv.	0	0	0	1	0	1	0,3
Daginstitution	0	0	2	0	0	2	0,5
Sommerhuse	0	1	0	0	0	1	0,1
Kolonihavehuse	175	156	22	0	0	178	22
Sum	1628	1850	1008	1743	828	5429	1977

Antallet af støjbelastede boliger, dvs. med et støjniveau L_{den} over 58 dB, er opgjort til i alt 5.429, og heraf er der 2.571 stærkt støjbelastede boliger med støjniveauer L_{den} over 68 dB. Antallet af boliger i intervallet med L_{den} 53-58 dB er opgjort til 1.628. Støjbelastningstallet SBT er beregnet til 1.977 (boliger med L_{den} over 58 dB).

Der er jf. de anvendte digitale adresser med BBR-oplysninger i alt 7.667 boliger (eller anden støjfølsom anvendelse) indenfor det valgte undersøgelsesområde. Således vurderes 71 % af alle boliger indenfor undersøgelsesområdet at være støjbelastede og 34 % at være stærkt støjbelastede på grund af støjen fra de veje der indgår i støjberegningerne.

I nedenstående Figur 15 er vist støjpåvirkede boliger i undersøgelsesområdet omkring Marselis Boulevard, udtrykt ved det højeste beregnede støjniveau for hver adresse og inddelt i 5 dB farveintervaller for støjniveauer over 53 dB.



Figur 15 *Støjpåvirkede boliger i referencesituationen i 2040. Højeste støjniveau beregnet for adressepunkter indenfor undersøgelsesområdet langs Marselis Boulevard.*

7.3 Projektsituation 2040

Støjberegninger og opgørelse af antal boliger, der udsættes for støjniveauer over 53 dB, er foretaget i områder langs de eksisterende veje for projektsituationen med prognose for trafikmængder i 2040 og etablering af en tunnel under Marselis Boulevard. I støjberegningen er medtaget de valgte løsninger for støjafskærmning, dvs. 4 m høje støjskærme ved den vestlige tunnelportal (nord og syd for vejstrækningen ind i tunnelen, vest for Skanderborgvej).

Opgørelse af antal boliger med støjniveauer over 53 dB inden for det udvalgte område, fordelt på bygningsanvendelse, fremgår af Tabel 11.

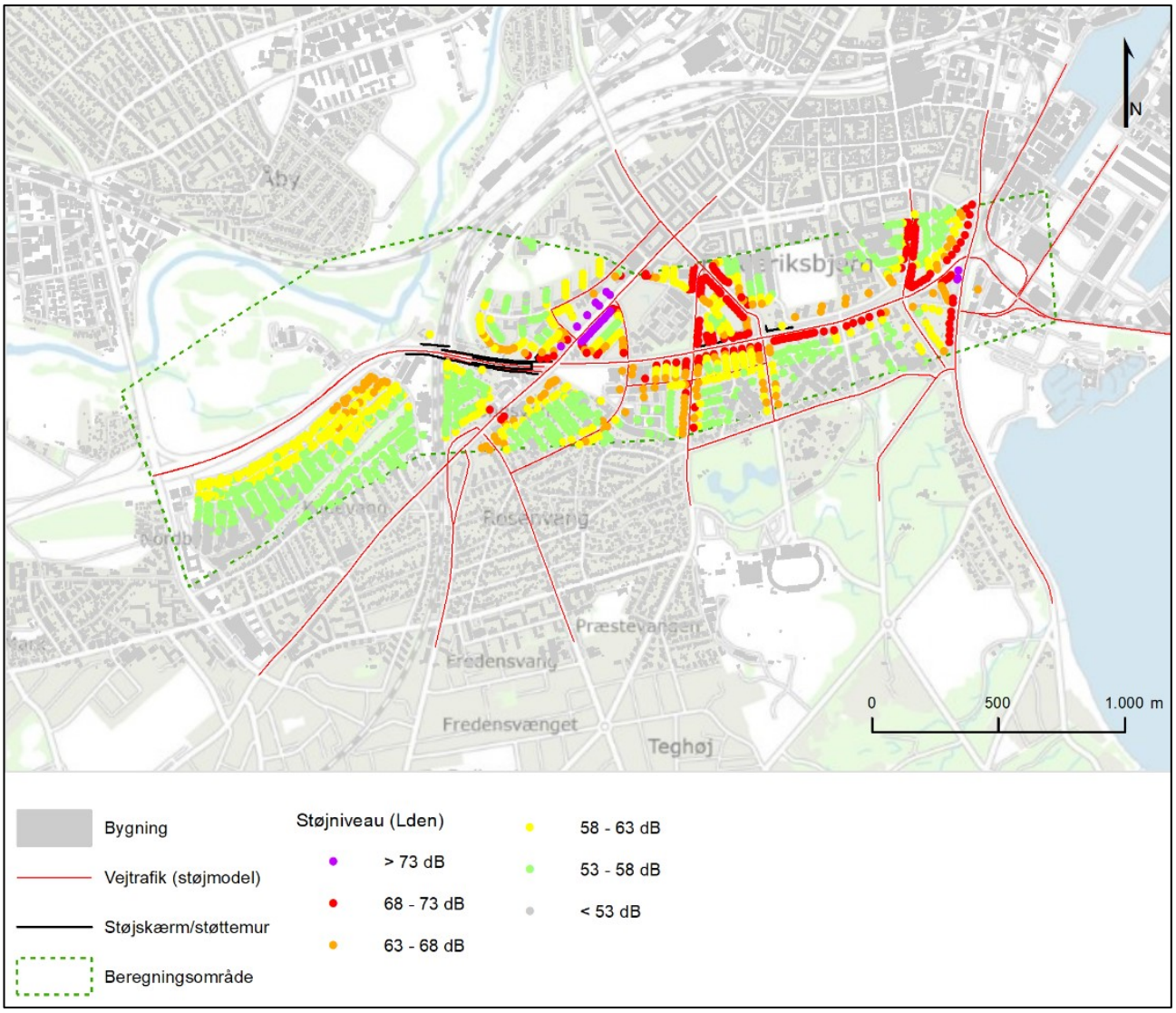
Tabel 11 Antal boliger opgjort i støjintervaller, projektscenarie 2040.

Bygningsanvendelse	**Beregnet støjniveau på facade (L_{den} i dB)**						**SBT**
	53-58	**58-63**	**63-68**	**68-73**	**>73**	**I alt > 58**	
Parcelhuse	195	70	30	15	0	115	20
Række-, kæde-, eller dobbelthus	55	17	8	17	0	42	12
Etageboligbygning, flerfamiliehus eller tofamiliehus	1441	1361	1289	1210	187	4047	1121
Kollegium	202	20	1	62	0	83	23
Boligbygning til døgninstitution	0	1	0	0	0	1	0,1
Anden helårsbeboelse	0	0	1	1	0	2	1
Grundskole	3	2	0	1	0	3	1
Anden bygning til undervisning	9	0	8	1	0	9	2
Hospice, behandlingshjem mv.	0	0	1	0	0	1	0,3
Daginstitution	0	2	0	0	0	2	0,2
Sommerhuse	0	1	0	0	0	1	0,1
Kolonihavehuse	174	149	22	0	0	171	21
Sum	2079	1623	1360	1307	187	4477	1201

Antallet af støjbelastede boliger, dvs. med et støjniveau L_{den} over 58 dB, er opgjort til i alt 4.477, og heraf er der 1.494 stærkt støjbelastede boliger dvs. med støjniveauer L_{den} over 68 dB. Antallet af boliger i intervallet med L_{den} 53-58 dB er opgjort til 2.079. Støjbelastningstallet SBT er beregnet til 1.201 (boliger med L_{den} over 58 dB).

Der er jf. de anvendte digitale adresser med BBR-oplysninger i alt 7.667 boliger (eller anden støjfølsom anvendelse) indenfor det valgte undersøgelsesområde. Således vurderes 58 % af alle boliger indenfor undersøgelsesområdet at være støjbelastede og 19 % at være stærkt støjbelastede på grund af støjen fra de veje der indgår i støjberegningerne.

I nedenstående Figur 16 er vist støjpåvirkede boliger i undersøgelsesområdet omkring Marselis Boulevard, udtrykt ved det højeste beregnede støjniveau for hver adresse og inddelt i 5 dB farveintervaller for støjniveauer over 53 dB.



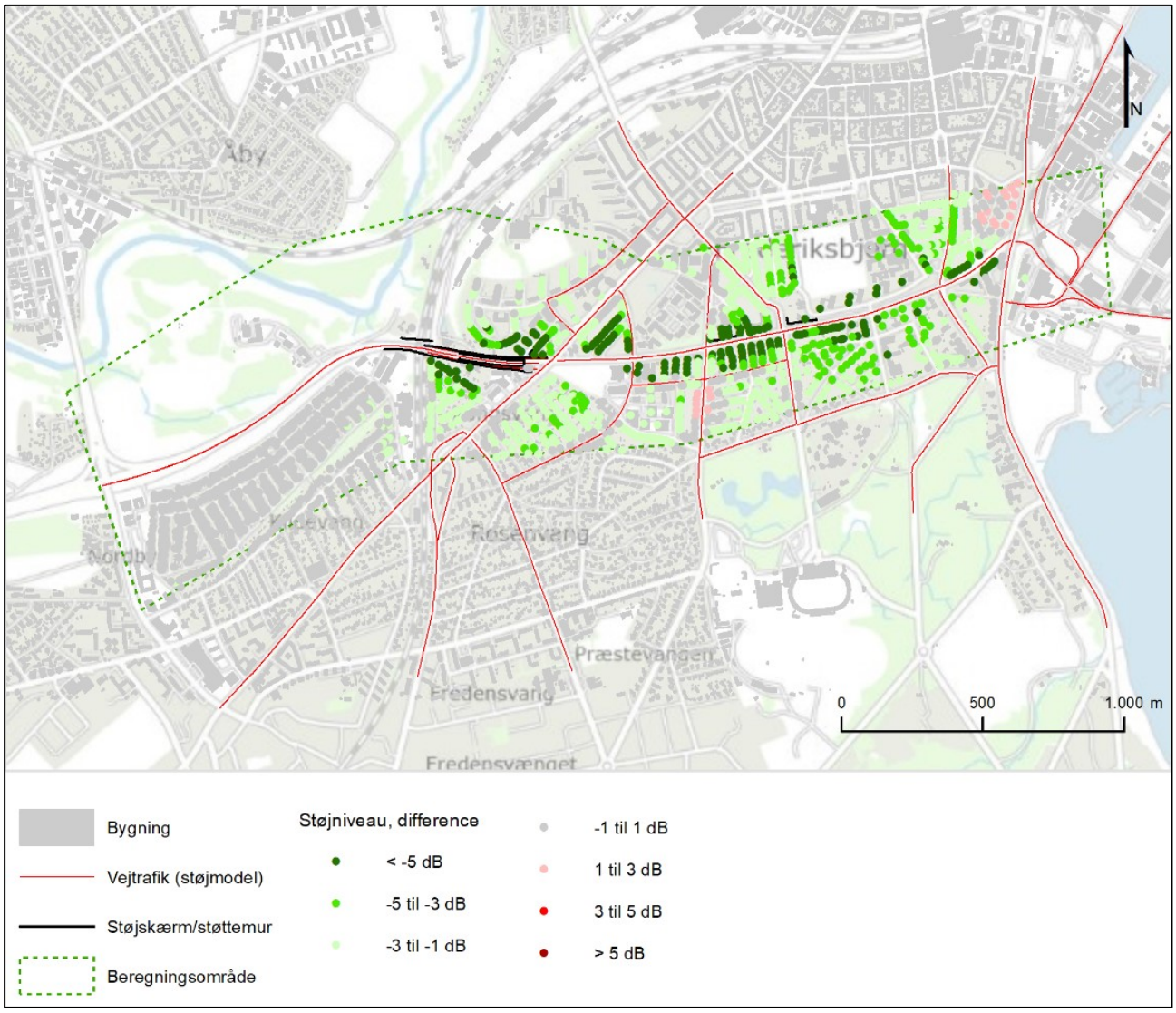
Figur 16 *Støjpåvirkede boliger i projektsituation 2040 med en tunnel under Marselis Boulevard. Højeste støjniveau beregnet for adressepunkter indenfor undersøgelsesområdet langs Marselis Boulevard.*

Antallet af boliger, som får et ændret støjniveau i forhold til basisscenariet, fremgår af nedenstående Tabel 12. Ændringen er opgjort i følgende intervaller: >8 dB (oplevet fordobling/halvering af støjen), 5-8 dB (markant ændring), 3-5 dB (tydelig hørbar ændring), 1-3 dB (ubetydelig til hørbar ændring), 0-1 dB (ikke hørbar ændring). I opgørelsen er der kun medtaget boliger, som har et støjniveau over 53 dB i projektscenariet 2040.

Tabel 12 *Antal boliger med ændret støjniveau i forhold til referencesituation 2040.*

Mindre støj				Uændret	Mere støj			
>8 dB	5-8 dB	3-5 dB	1-3 dB	<1 dB	1-3 dB	3-5 dB	5-8 dB	>8 dB
154	1167	1183	2323	1647	82	0	0	0

I nedenstående Figur 17 er vist ændringen af støjniveauet i de valgte intervaller ved de boliger, som har et støjniveau over 53 dB i projektscenariet 2040.



Figur 17 *Ændring af støjniveau beregnet ved boliger, når projektsituation med etableret tunnel i 2040 sammenlignes med referencesituation 2040.*

Som det fremgår af ovenstående resultater, vil etablering af en tunnel under Marselis Boulevard medføre, at støjniveauet ved mange naboer vil blive reduceret i forhold til referencesituationen i 2040, mens der ved nogle få vil fås en forøgelse af støjen.

Af de boliger, som har et støjniveau over 53 dB i projektscenariet, vil der være ca. 2.500 boliger, som får en hørbar reduktion af støjpåvirkningen med over 3 dB. Heraf vil ca. 1.300 boliger få en markant reduktion af støjen med over 5 dB. Der vil være i alt ca. 2.300 boliger som får 1-3 dB (ikke hørbar) reduktion af støjen. Reduktion af støjen ved disse boliger vurderes at skyldes mindre trafik på Marselis Boulevard samt etablering af støjafskærmning ved den vestlige tunnelportal.

Der vil være ca. 80 boliger som får en ikke hørbar (1-3 dB) forøgelse af støjen. Forøgelsen ses ved boliger, som ligger langs med andre trafikerede veje og skyldes alene ændring af trafikken på disse.

Der vil i referencesituationen være godt 5.400 støjbelastede boliger (støjniveau over 58 dB) indenfor undersøgelsesområdet, mens der i projektsituationen vil være knap 4.500 støjbelastede boliger. Af disse vil der i referencesituationen være ca. 800 boliger, beliggende tæt på Marselis Boulevard og Skanderborgvej, hvor støjniveauet er over 73 dB. I projektsituationen vil der samlet være knap 200 boliger med et støjniveau over 73 dB, som alle vil være beliggende tæt på Skanderborgvej.

Der vil i referencesituationen være ca. 1.700 boliger med støjniveauer i intervallet 68-73 dB. I projektsituationen reduceres dette antal til ca. 1.300 og det vil i såvel referencesituationen som projektsituationen være de boliger, der ligger tæt på Marselis Boulevard og de større lokale veje såsom Skanderborgvej, Søndre Ringgade, Hans Broges Gade og Strandvejen.

Som følge af at antallet af støjbelastede boliger reduceres, vil også støjbelastningstallet (SBT) blive reduceret fra 1.977 i referencesituationen til 1.201 i projektsituationen, svarende til en reduktion på 39 %.

8 Afværgeforanstaltninger

8.1 Støj i anlægsfasen

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

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

Denne type af støjskærme har typisk en højde på ca. 2½ m og ved anlægsaktiviteter som f.eks. nedvibrering af spuns og boring af sekantpæle, hvor aktiviteten i starten foregår i større højde, vil der ikke forventes nogen hørbar reduktion af støjen. Der vil som sådan skulle etableres en væsentlig højere (4 m) støjafskærmning for at opnå en hørbar/markant reduktion af støjen. Som eksempel vil der med en 4 m høj støjafskærmning og en kildehøjde på 3 m, kunne forventes en reduktion af støjen med 5-10 dB ved lav bebyggelse i 1 til 2 etager, mens der ved nærliggende etageboligbebyggelser med mere end 2 etager ikke vil forventes nogen betydende effekt.

Ved at begrænse driftstiden eller reducere antallet af maskiner i samtidig drift kan der opnås en begrænset reduktion af støjen. Således vil en halvering af driftstiden eller antallet af maskiner i samtidig drift medføre en reduktion af støjen med 3 dB. Dette vil dog få den konsekvens, at anlægsperioden forlænges og dermed forlænges også perioden med eventuelle støjgener ved naboerne.

I forbindelse med stærkt støjende anlægsaktiviteter som f.eks. nedvibrering af spuns eller boring af sekantpæle, eller i situationer hvor det er nødvendigt at

arbejde uden for normal arbejdstid, vil information af de nærmeste naboer om arbejdets omfang og varighed kunne imødekomme mange klager over evt. støjgener.

Der bør som led i planlægning af anlægsaktiviteterne udarbejdes en plan for kommunikation mellem naboer, myndighed og entreprenøren i forhold til håndtering af klager og information af naboer mv.

8.2 Støj i driftsfasen

8.2.1 Støjafskærmning

Som afværgeforanstaltning til reduktion af trafikstøjen fra Marselis Boulevard er der vurderet på effekten af ny støjafskærmning i udvalgte områder langs vejen.

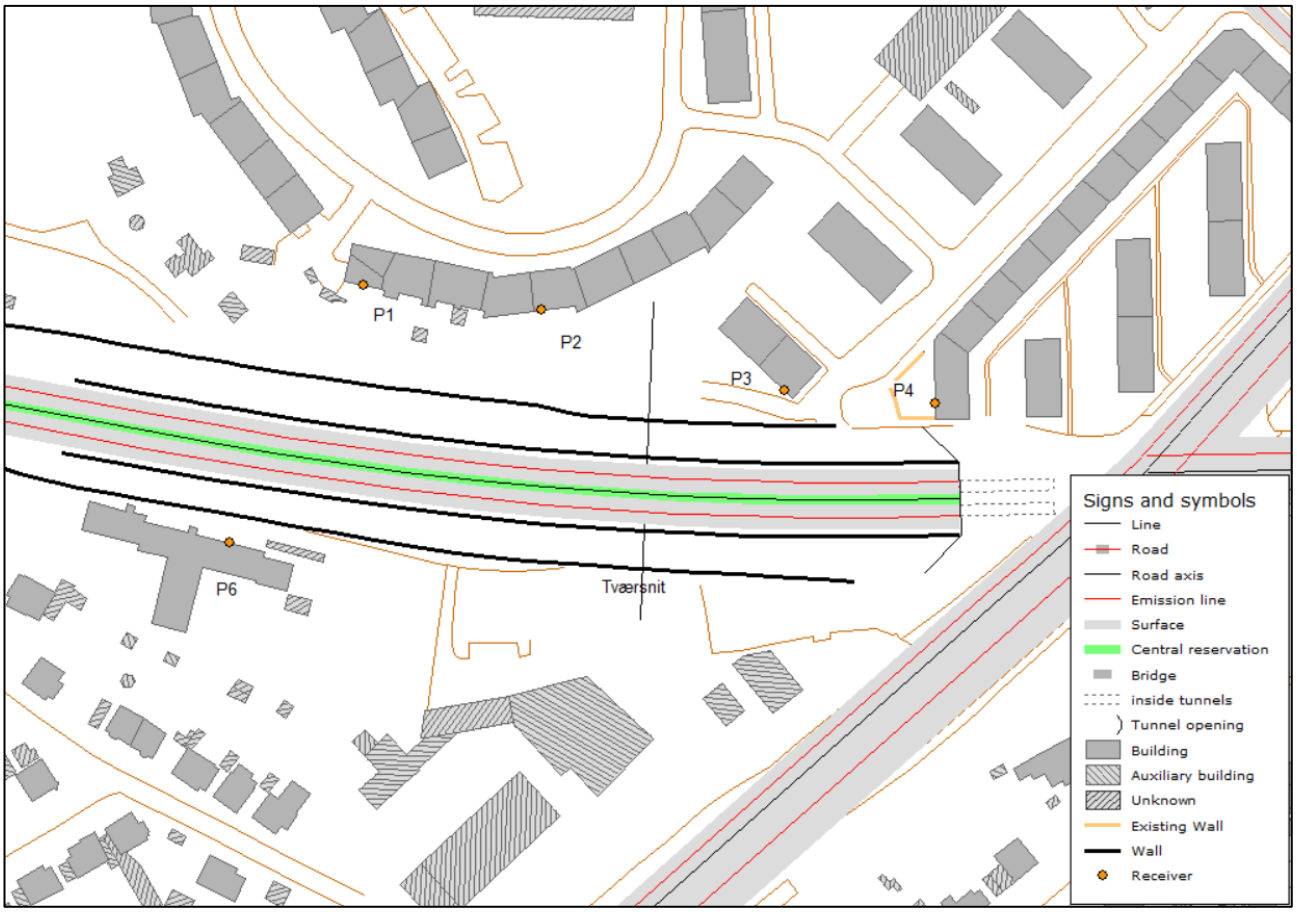
Der er vurderet på etablering af støjskærme i forhold til boligbebyggelserne ved indkørsel til tunnelen i den vestlige del af Marselis Boulevard, hvor der i dag er mange støjbelastede boliger, og hvor støjen ikke reduceres som følge af etablering af Marselistunnelen.

Yderligere er der vurderet på etablering af en støjskærm i forhold til et rekreativt område ved Tangkrogen sydøst for den østlige indkørsel til tunnelen.

For alle afskærmende foranstaltninger gælder, at disse kan dæmpe støjen, men ikke fjerne den helt. Støjafskærmningens effekt er størst midt for og lige bag ved denne, men aftager, når afstanden øges.

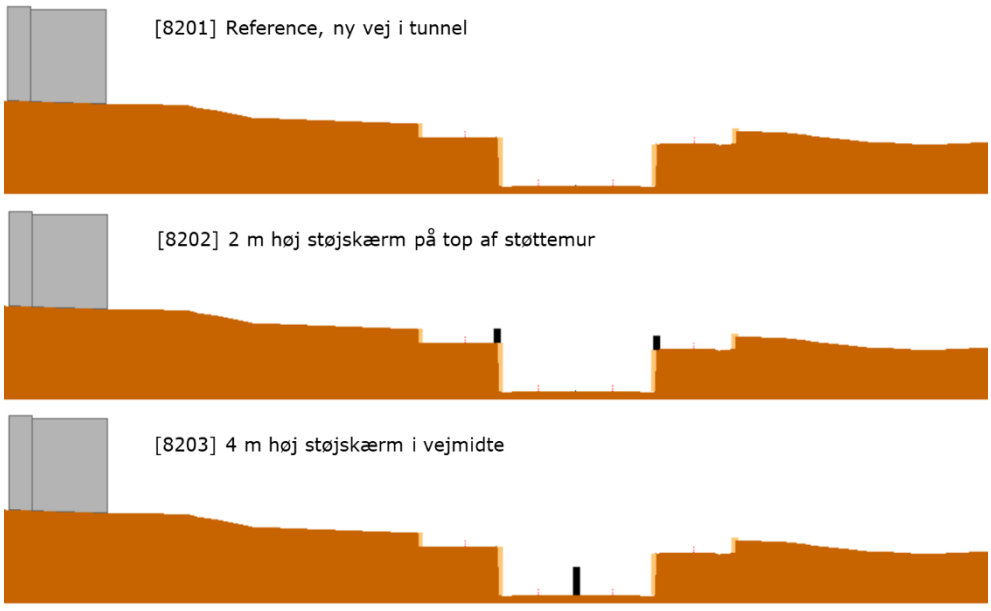
Vestlig tunnelportal

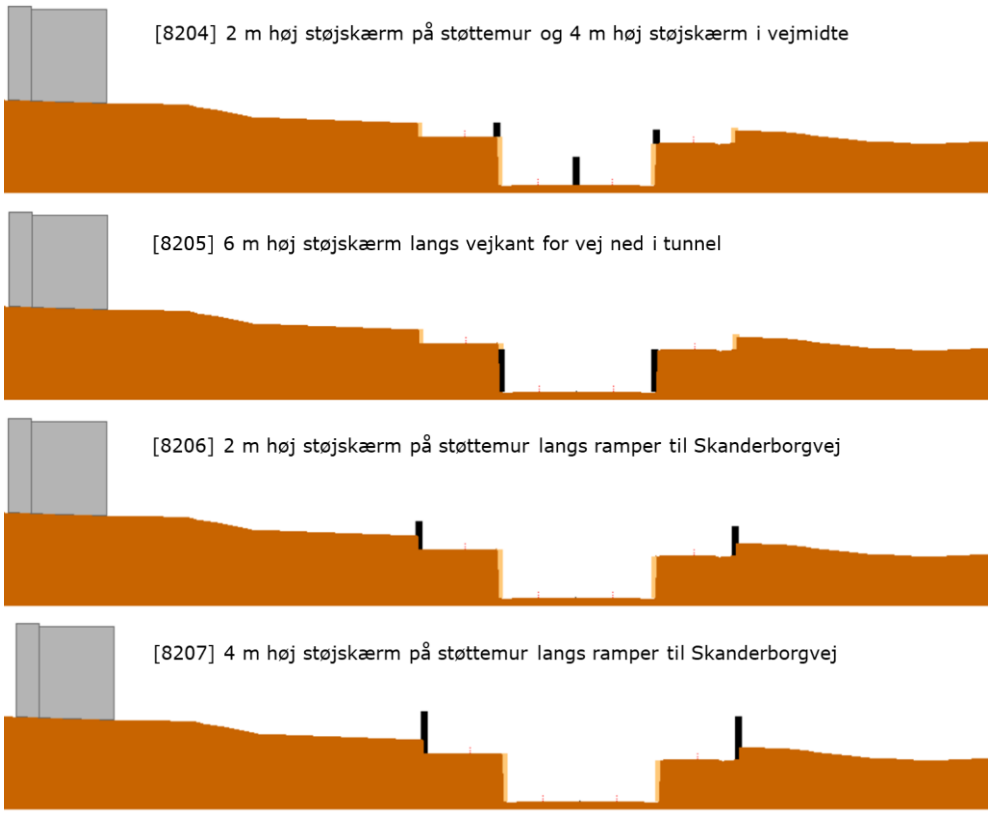
Vurdering af en mulig støjafskærmning er foretaget med de metoder og analyser der normalt anvendes, når Vejdirektoratet undersøger muligheder for etablering af støjskærme langs statens veje. Den indledende placering, højde og længde af støjskærmene er fastlagt på baggrund af støjberegninger i punkter ved nogle få udvalgte boliger som vist i nedenstående Figur 18.



Figur 18 *Oversigtskort, indkørsel til tunnel vest for Skanderborgvej. Figuren viser støttemure og tunnelåbning, udvalgte beregningspunkter samt placering af tværsnit.*

Der er udført støjberegning for en række scenarier med placering af støjafskærmning på toppen af støttemure, i vejmidte, langs ramper samt kombinationer af disse løsninger. I nedenstående Figur 19 er vist tværsnit for de valgte scenarier, hvor der er udført støjberegninger.





Figur 19 *Tværsnit for de undersøgte scenarier af støjafskærmning med angivelse af beregningsnummer og scenarienavn.*

Resultatet af de udførte støjberegninger viser, at der med en 4 m høj støjafskærmning langs ramperne til Skanderborgvej opnås den bedste effekt. Der vil således forventes en støjreduktion på 6-10 dB i stueetage ved de udvalgte boliger i forhold til projekt med tunnel uden støjafskærmning. Ved 1. sal kan der forventes en støjreduktion på 4-6 dB, mens der ved de øvrige etager kan forventes en støjreduktion på 2-3 dB. Detaljerede beregningsresultater for alle scenarier fremgår af nedenstående Tabel 13.

I resultaterne er også medtaget et scenarie med trafikmængder i 2023 (basis 2023) således, at der kan udføres en vurdering af den støjmæssige betydning som alene skyldes udviklingen af trafikken frem til 2040 (reference 2040).

Tabel 13 *Resultat af indledende undersøgelse af støjafskærmning, vestlig tunnelportal. Scenarienavn og tilhørende beregningsnummer fremgår af tabellen.*

Ref. pkt.	Etage	basis 2023, eksisterende vej, trafik 2023	reference, trafik 2040	ny vej i tunnel, trafik 2040	som 8201 med 2 m høj støjskærm på top af støttemur	som 8201 med 4 m høj støjskærm i vejmidte (for vej ned i tunnel)	kombination af løsning 8202 og 8203	6 m høj støjskærm placeret "langs vejkant" for vej ned i tunnel	2 m høj støjskærm på støttemur langs ramper til Skanderborgvej	4 m høj støjskærm på støttemur langs ramper til Skanderborgvej
		8000	8200	8201	8202	8203	8204	8205	8206	8207
P1	Stuen	66,6	69,8	67,2	65,1	65,6	63,5	62,8	65,7	62,6
P1	1. Etage	67,5	71,0	69,8	67,2	68,1	65,6	64,9	68,5	65,3
P1	2. Etage	67,3	71,0	70,5	68,1	69,0	66,6	66,2	69,7	67,3
P1	3. Etage	67,2	70,9	70,7	68,6	69,5	67,3	67,1	70,1	68,8
P2	Stuen	65,3	68,6	68,4	65,3	67,0	63,7	65,0	66,4	62,6
P2	1. Etage	66,4	69,9	69,9	66,7	68,5	65,3	66,4	68,5	65,1
P2	2. Etage	67,6	71,1	70,4	67,9	69,2	66,7	67,4	69,4	67,4
P2	3. Etage	67,7	71,3	70,6	68,4	69,5	67,3	68,0	69,8	68,6
P3	Stuen	69,8	73,4	70,4	67,2	69,5	66,7	68,8	67,1	62,1
P3	1. Etage	70,8	74,5	71,8	69,3	70,9	68,7	70,2	69,8	66,5
P3	2. Etage	70,5	74,3	72,1	69,8	71,2	69,1	70,5	71,2	69,6
P3	3. Etage	70,2	73,9	72,0	70,2	71,1	69,3	70,7	71,9	70,7
P4	Stuen	65,8	69,3	66,3	63,8	65,6	63,2	64,8	65	59,2
P4	1. Etage	69,9	73,6	70,6	68,7	69,8	68,1	69,3	69,9	66,3
P4	2. Etage	69,9	73,6	70,9	69,1	70,1	68,3	69,6	70,8	69,4
P5	Stuen	63,8	67,0	65,5	64,9	64,6	64,2	63,9	63,1	60,3
P6	Stuen	66,7	69,8	69,7	68,0	67,5	65,6	63,8	65,6	59,8
P6	1. Etage	67,5	70,9	73,2	70,9	71,4	68,4	66,9	70,1	65,7

De beregnede forskelle i støjniveauet for de undersøgte scenarier fremgår af nedenstående Tabel 14.

Tabel 14 *Resultat af indledende undersøgelse af støjafskærmning, angivet som forskelle i støjniveau ift. reference 2040. Scenarienavn og tilhørende beregningsnummer fremgår af tabellen.*

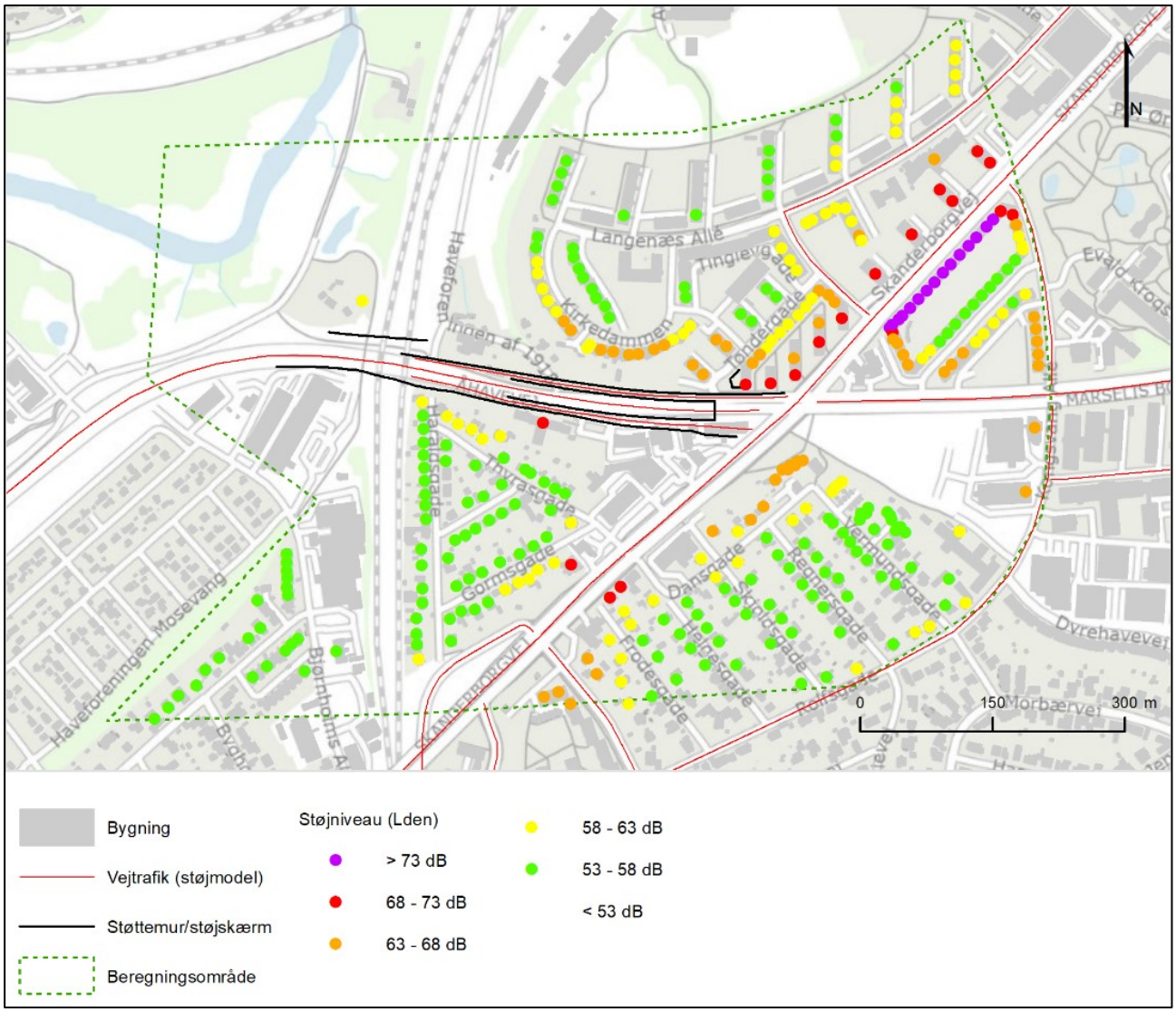
Ref. pkt.	Etage	forskel mellem basis 2023 og reference 2040 uden tunnel	forskel mellem reference 2040 uden tunnel og ny vej i tunnel 2040	forskel med 2 m høj støjskærm på top af støttemur	forskel med 4 m høj støjskærm i vejmidte	forskel med 2 m støjskærm på top af støttemur og 4 m høj støjskærm i vejmidte	forskel med 6 m høj støjskærm langs vejkant for vej ned i tunnel	forskel med 2 m høj støjskærm på støttemur langs ramper til Skanderborgvej	forskel med 4 m høj støjskærm på støttemur langs ramper til Skanderborgvej
		8200-8000	8201-8200	8202-8200	8203-8200	8204-8200	8205-8200	8206-8200	8207-8200
P1	Stuen	3,2	-2,6	-2,1	-1,6	-3,7	-4,4	-1,5	-4,6
P1	1. Etage	3,5	-1,2	-2,6	-1,7	-4,2	-4,9	-1,3	-4,5
P1	2. Etage	3,7	-0,5	-2,4	-1,5	-3,9	-4,3	-0,8	-3,2
P1	3. Etage	3,7	-0,2	-2,1	-1,2	-3,4	-3,6	-0,6	-1,9
P2	Stuen	3,3	-0,2	-3,1	-1,4	-4,7	-3,4	-2,0	-5,8
P2	1. Etage	3,5	0,0	-3,2	-1,4	-4,6	-3,5	-1,4	-4,8
P2	2. Etage	3,5	-0,7	-2,5	-1,2	-3,7	-3,0	-1,0	-3
P2	3. Etage	3,6	-0,7	-2,2	-1,1	-3,3	-2,6	-0,8	-2
P3	Stuen	3,6	-3,0	-3,2	-0,9	-3,7	-1,6	-3,3	-8,3
P3	1. Etage	3,7	-2,7	-2,5	-0,9	-3,1	-1,6	-2,0	-5,3
P3	2. Etage	3,8	-2,2	-2,3	-0,9	-3,0	-1,6	-0,9	-2,5
P3	3. Etage	3,7	-1,9	-1,8	-0,9	-2,7	-1,3	-0,1	-1,3
P4	Stuen	3,5	-3,0	-2,5	-0,7	-3,1	-1,5	-1,3	-7,1
P4	1. Etage	3,7	-3,0	-1,9	-0,8	-2,5	-1,3	-0,7	-4,3
P4	2. Etage	3,7	-2,7	-1,8	-0,8	-2,6	-1,3	-0,1	-1,5
P5	Stuen	3,2	-1,5	-0,6	-0,9	-1,3	-1,6	-2,4	-5,2
P6	Stuen	3,1	-0,1	-1,7	-2,2	-4,1	-5,9	-4,1	-9,9
P6	1. Etage	3,4	2,3	-2,3	-1,8	-4,8	-6,3	-3,1	-7,5

Som det fremgår af ovenstående resultater, så forventes støjen af forøges med 3-4 dB som følge af at trafikken forøges i perioden fra år 2023 til år 2040.

Etablering af en tunnel under Marselis Boulevard vil medføre at støjen ved de ejendommene, der ligger nærmest Skanderborgvej, reduceres med 2-3 dB i

forhold til reference 2040, mens der vil være en mindre reduktion af støjen ved ejendommene længere mod vest.

Der er for den valgte løsning udført støjberegninger for alle boliger i et udvalgt område omkring den vestlige tunnelportal. Nedenstående Figur 20 viser det højeste støjniveau for de enkelte adresser for situation i 2040 med tunnel, men uden støjafskærmning.



Figur 20 *Det højeste beregnede støjniveau pr. adresse for området ved den vestlige tunnelportal, situation med støttemure, men uden støjafskærmning.*

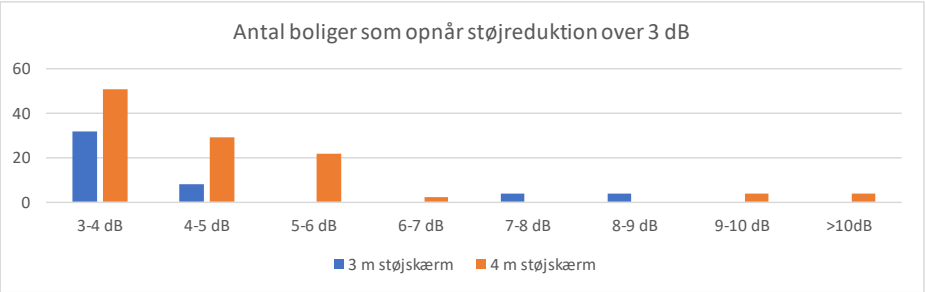
Som supplement er der yderligere udført beregning med en 3 m høj støjafskærmning med samme placering og analyser for at opgøre antal støjbelastede boliger (L_{den} > 58 dB) samt opnået støjreduktion ved de forskellige scenarier for støjafskærmning.

Der er udført analyser med opgørelse af antal boliger fordelt på intervaller for opnået støjreduktion. Dette svarer til de analyser, der udføres ved valg af støjafskærmning i andre projekter, og hvor der normalt sigtes mod en støjreduktion og omkostningseffekt, der viser mange boliger i støjdæmpningsintervallerne

over 5 dB. En ændring af støjniveauet med 3 dB opfattes som tydeligt hørbar og en ændring på mere end 5 dB opfattes som en markant ændring.

Resultatet af de udførte analyser for henholdsvis vej i tunnel(basis) og scenarier med støjafskærmning, er præsenteret i nedenstående Figur 21, som omfatter opgørelse af antal støjbelastede boliger, antal boliger der opnår en støjreduktion og beregnet SBT.

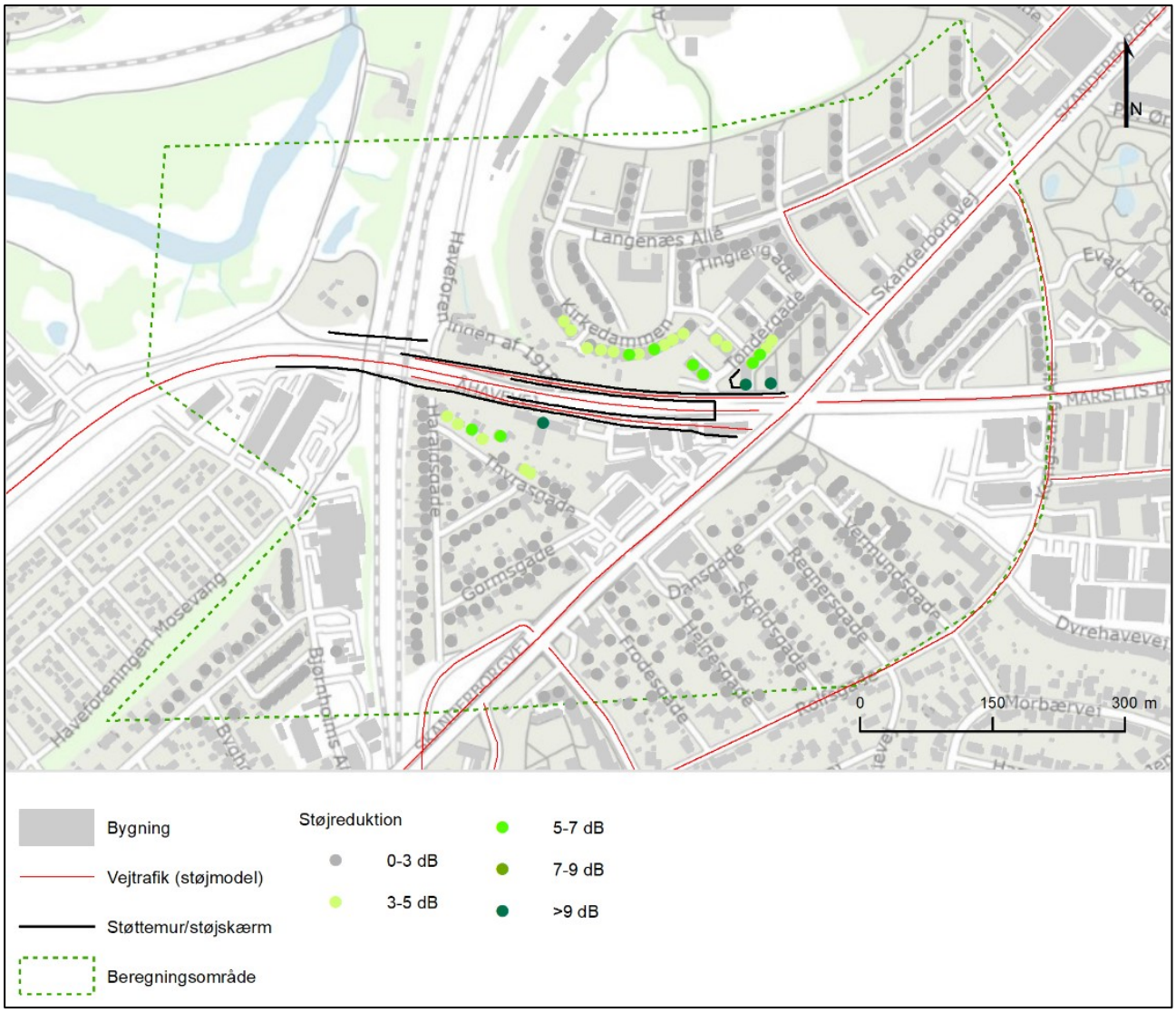
Tunnel vest	Antal støjbelastede boliger				SBT	Antal boliger der opnår reduktion i forhold til basis									
1	58-63 dB	63-68 dB	> 68 dB	> 58 dB		0-1 dB	1-3 dB	3-4 dB	4-5 dB	5-6 dB	6-7 dB	7-8 dB	8-9 dB	9-10 dB	>10dB	Sum
vej i tunnel	483	266	390	1139	330,80											
3 m støjskærm	483	224	373	1080	311,07	891	199	32	8	0	0	4	4	0	0	1138
4 m støjskærm	468	207	373	1048	304,52	877	149	51	29	22	2	0	0	4	4	1138
	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Figur 21 Resultat af analyse af scenarier for støjafskærmning.

Baseret på ovenstående analyser, er der valgt en 4 m høj støjafskærmning langs ramperne til Skanderborgvej, som viser den bedste opnåede støjreduktion.

For den valgte støjskærmsløsning er der for hver bolig beregnet en ændring af støjniveauet og optegnet et "støjkort", hvor de enkelte adressepunkter farvekodes afhængig af opnået støjreduktion i forhold til situationen uden støjskærme, som vist i nedenstående Figur 22. Det skal bemærkes, at ved etageboligbebyggelse vises den største opnåede støjreduktion og punkterne vil kunne ”dække” flere adresser med samme eller mindre støjreduktion.



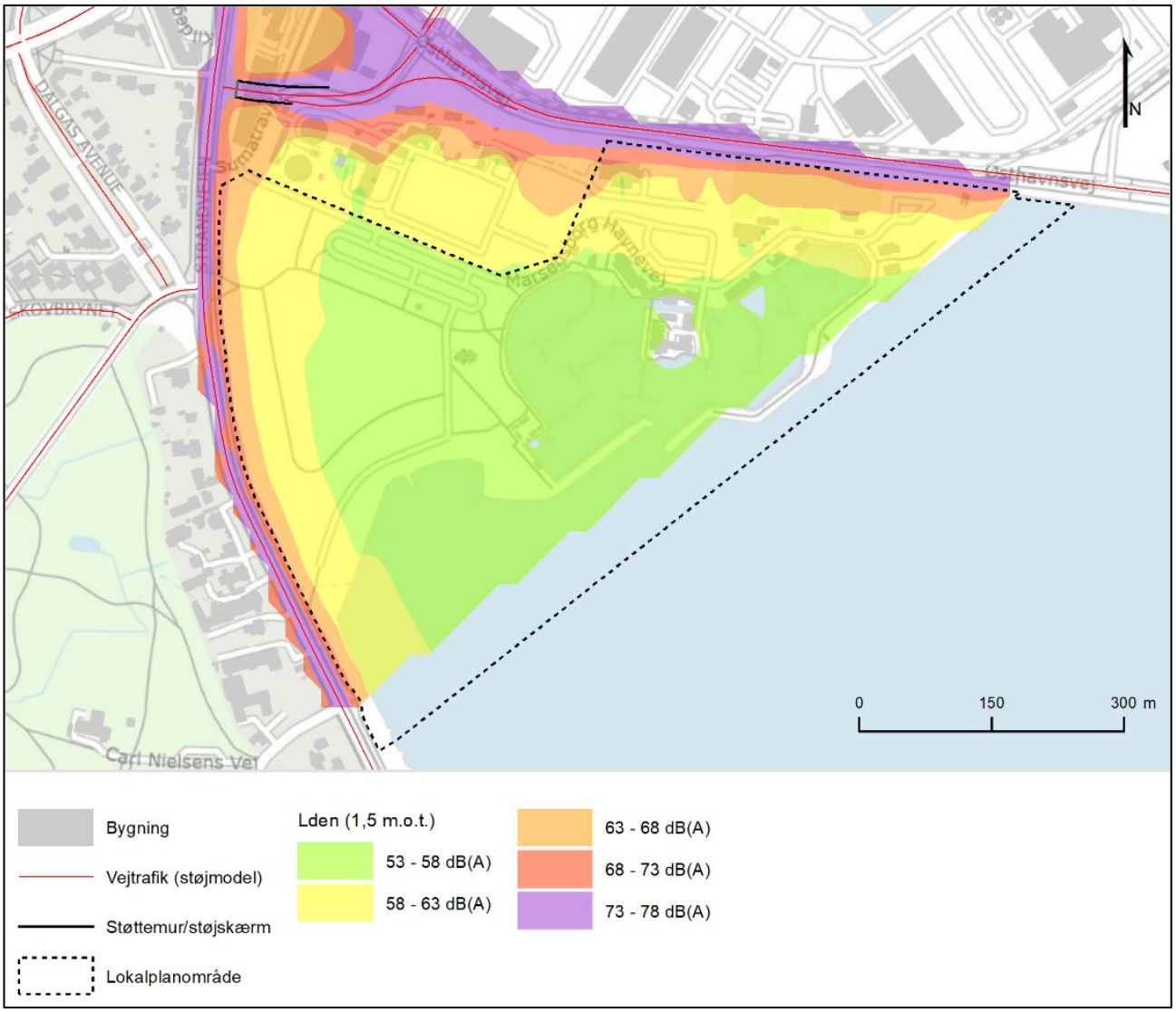
Figur 22 *Beregnet højeste støjreduktion pr. adresse, som kan opnås med 4 m høj støjafskærmning langs ramperne til Skanderborgvej.*

Østlig tunnelportal

Der er udført en vurdering af en mulig støjafskærmning i forhold til det rekreative område ved Tangkrogen.

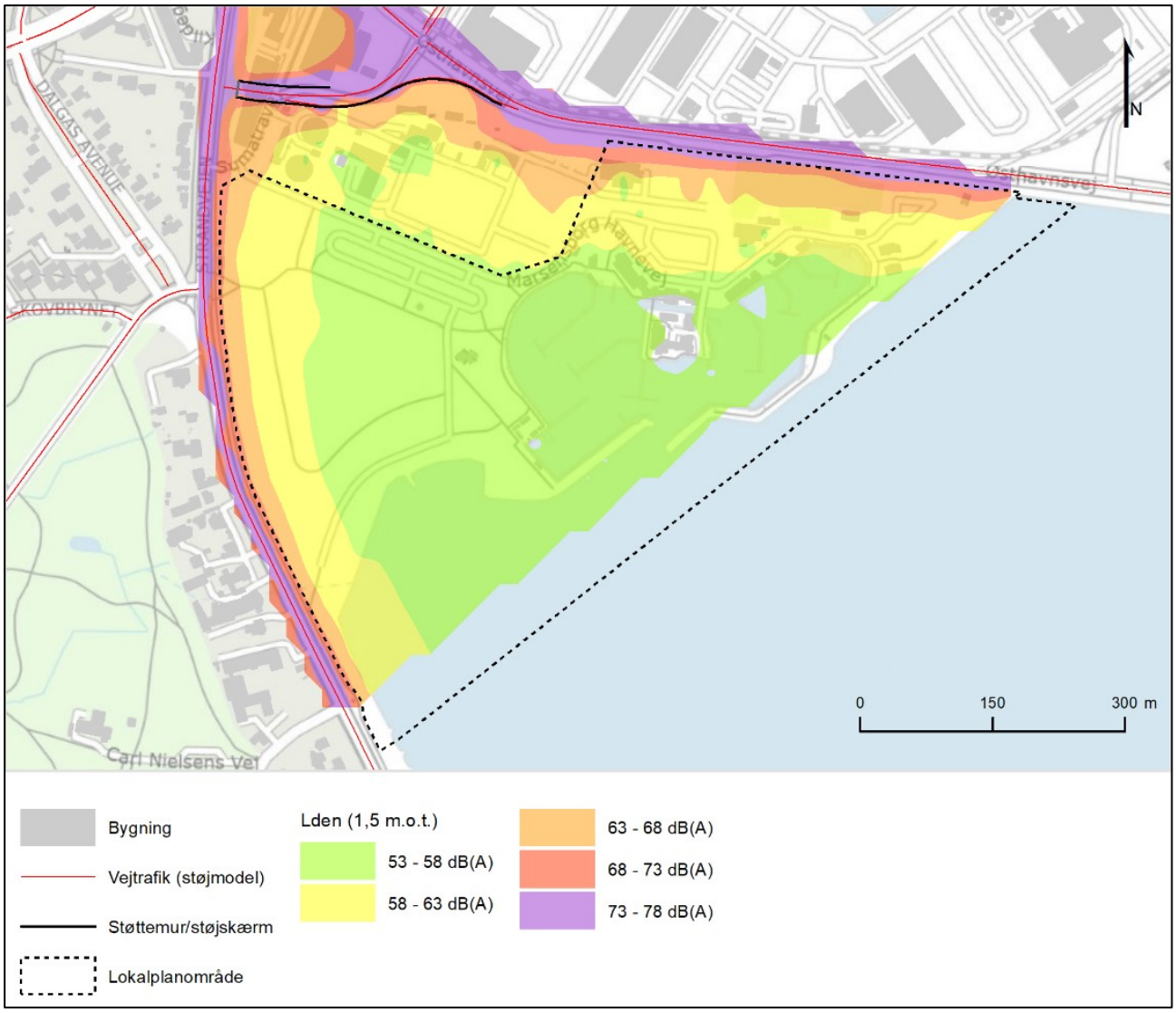
Da der er tale om et lokalplanområde, som ikke indeholder bygninger med boliger, er vurderingen foretaget ud fra beregnede støjudbredelseskonturer henholdsvis uden og med støjafskærmning.

I nedenstående Figur 23 er vist støjniveaukonturer for situationen med en tunnel under Marselis Boulevard og tilslutning af denne ved Østhavnsvej.



Figur 23 *Støjniveaukonturer ved Tangkrogen, beregnet for projektsituation 2040 med en tunnel under Marselis Boulevard.*

For at vurdere effekten af en støjskærm langs den nye vej fra tunnelen med tilslutning til Østhavnsvej, er der udført beregning med en 4 m høj støjskærm placeret langs 'shunten', som leder trafikken fra tunnelen og syd på ad Østhavnsvej. I nedenstående Figur 24 er vist støjniveaukonturer for situationen med tunnel under Marselis Boulevard og en 4 m høj støjskærm langs den nye vej.



Figur 24 *Støjniveaukonturer ved Tangkrogen, beregnet for projektsituation 2040 med en tunnel under Marselis Boulevard og en 4 m høj støjskærm langs 'shunten' der tilsluttes Østhavnsvej.*

Som det fremgår af ovenstående figurer med støjkonturkort, så vil støjpåvirkningen i lokalplanområdet være den samme, selvom der placeres en støjskærm langs den nye vej (shunt), som forbinder tunnelen med Østhavnsvej. Denne er derfor fravalgt.

8.2.2 Vejbelægning

Den anvendte type af asfaltbelægning har også betydning for støjen fra vejen. Principielt afhænger støjen fra en given asfaltbelægning af slidlagets type og kornstørrelsen, udtrykt ved en korrektionsværdi som anvendes ved beregning af støjen. Ved anvendelse af støjreducerende belægninger kan der typisk opnås en reduktion af støjen med ca. 1-2 dB i forhold til en normal asfaltbelægning (gennemsnit over belægningernes levetid) ved hastigheder over 60 km/t.

Vejdirektoratet anvender i dag klimavenligt slidlag (KVS) som standardbelægning. Støjmæssigt svarer denne belægning til den støjreducerende belægning

Standard SMA8, som der er forudsat i støjberegningerne og der vil derfor være et begrænset potentiale for yderligere støjreduktion i forhold til valg af asfaltbelægning.

9 Konklusion

9.1 Støj i anlægsfasen

I anlægsfasen vil der forekomme støj fra mange forskellige typer af anlægsaktiviteter.

Som det fremgår af resultaterne i afsnit 6, så vil der ved de boliger, der ligger med facader umiddelbart ud til Marselis Boulevard, kunne forventes støjniveauer som er op til 85 dB i løbet af de ca. 3-5 dage, hvor der foregår boring af sekantpæle lige ud for den enkelte bolig.

Der vurderes at ville forekomme tilsvarende støjniveauer, når der foretages nedvibrering af spuns. Der vil dog være tale om en kortere periode på ca. 3 dage.

I de øvrige perioder i løbet af anlægsfasen, hvor der foregår anlægsaktiviteter som er lidt mindre støjende, vurderes der at kunne forekomme støjniveauer fra 65 til 75 dB ved de boliger, der ligger med facader umiddelbart ud til Marselis Boulevard.

9.2 Støj i driftsfasen

I driftsfasen vil etablering af en tunnel under Marselis Boulevard medføre, at de fleste naboer langs Marselis Boulevard vil opnå en reduktion af støjpåvirkningerne. Indenfor det undersøgte område vil ca. 2.500 boliger få en hørbar reduktion af støjpåvirkningen (>3 dB) og heraf vil 1.300 boliger få en markant reduktion af støjen (>5 dB). Der vil være i alt ca. 2.300 boliger, som får 1-3 dB (ikke hørbar) reduktion af støjen. Reduktion af støjen vurderes at skyldes mindre trafik på Marselis Boulevard samt etableringen af støjafskærmning ved den vestlige tunnelportal.

Nogle få naboer, ca. 80 boliger, vil få en ikke hørbar (1-3 dB) forøgelse af støjen. Forøgelsen ses ved boliger, som ligger langs med andre trafikerede lokale veje og skyldes alene ændring af trafikken på disse.

10 Litteratur

”Beregning af ekstern støj fra virksomheder”, Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993.

"Støj fra veje", Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2007.

”Støjkortlægning og støjhandlingsplaner”, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2006.

”Håndbog NORD2000, beregning af vejtrafik i Danmark”, rapport 434, Vejdirektoratet 2013.

”Miljøaktivitetsbekendtgørelsen”, Bekendtgørelse nr. 844 af 23/06/2017 om miljøregulering af visse aktiviteter.

”Anvendelse af kildedata til bygge- og anlægsstøj”, Orientering nr. 48, Miljøstyrelsens Referencelaboratorium 2013.

”Bekæmpelse af støj fra byggepladser”, Miljøprojekt nr. 1409, Miljøstyrelsen, 2012.