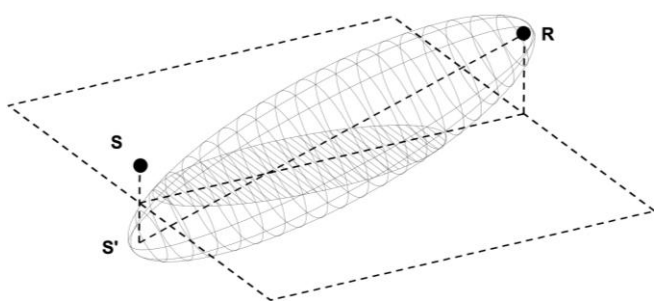




CNOSSOS-EU

Användarhandledning för svensk kartläggning av väg-
och spårtrafikbuller i enlighet med EU:s
omgivningsbullerdirektiv

SAMMANFATTNING

Rapporten innehåller metodstöd för att genomföra strategisk kartläggning av buller från väg- och spårtrafik med beräkningsmetoden CNOSSOS-EU.

Andreas Gustafson, VTI

Anders Genell, VTI

Mikael Ögren, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Version 1.0 UTKAST

2025–10–31

Förord

Användarhandledningen innehåller anvisningar för strategisk bullerkartläggning med CNOSSOS-EU och svenska emissionsdata. Texten utgör en sammanslagning och begränsad bearbetning av de ursprungliga kartläggningsanvisningarna i SP Rapport 2010:77 [3] och de kompletterande anvisningarna från Kunskapscentrum om buller [4]. Text i SP Rapport 2010:77 som inte behandlar strategisk kartläggning har till största delen utelämnats. Avsnittet om inrapportering av resultaten kommer att uppdateras när Naturvårdsverkets instruktion, som för närvarande genomgår en bearbetning, är klar. Användarhandledningen ersätter de äldre dokumenten som svenskt metodstöd vid strategisk kartläggning.

Arbetet har utförts inom projektet Kunskapscentrum om buller. Projektet leds av VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut på uppdrag av Naturvårdsverket, Trafikverket och Transportstyrelsen.

Göteborg, 31 oktober 2025

Andreas Gustafson, VTI

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	2
1 Inledning.....	4
1.1 L_{day} , L_{evening} , L_{night} , L_{den}	4
2 Vad ska redovisas	4
3 Noggrannhet.....	5
3.1 Beräkningsosäkerhetsklasser	5
4 Ingångsdata	7
4.1 Byggnader.....	7
4.2 Terrängmodell	8
4.3 Väg/banvallshöjd.....	8
4.4 Skärmar	10
4.5 Markabsorption.....	10
4.5.1 Schablondata för markabsorption till strategisk kartläggning	10
4.5.2 Översättning från Nord2000:s impedansklasser	11
4.5.3 Översättning från markslag	11
4.5.4 Okulär bedömning av ortofoton.....	12
4.6 Väderlek.....	12
4.7 Vägtrafik	12
4.7.1 Vilka vägar ska tas med i en beräkning	12
4.7.2 Trafikens fördelning per fordonskategori och över dygn.....	12
4.7.2.1 Trafikverkets uppgifter	13
4.7.2.2 Skattning med schabloner	13
4.7.3 Hastighet	15
4.7.4 Om uppmätt trafikmängd saknas.....	15
4.7.5 Svenska emissionsdata	16
4.7.6 Vägytor	17
4.7.6.1 Andra vägytor än ABS 16.....	17
4.7.6.2 Lufttemperatur för korrektion däck-vägbanebuller	17
4.7.6.3 Dubbdäck.....	17
4.7.6.4 Trafikljus / rondell	17
4.8 Spårtrafik	18
4.8.1 Indata statliga järnvägar	18
4.8.1.1 Indata för tåg	18
4.8.1.2 Indata för infrastruktur.....	18
4.8.1.3 Korrektioner	18
4.8.2 Indata annan spårtrafik	18
4.8.3 Trafikmängd, sammansättning, hastighet och tidsfördelning av trafik	19
4.8.4 Övrigt	19
4.9 Befolkningsdata	19
4.10 Data om bostäder	19

5	Inställning av kartlägningsprogram	19
5.1	Inställningar för avsökning av modell.....	20
5.1.1	Sökavstånd källa-mottagare	20
5.1.2	Reflexer.....	21
5.2	Täthet hos beräkningspunkter	21
5.3	Beräkningshöjd	21
6	Beräkningar	22
6.1	Beräkningsintervall och avrundning	22
6.2	Frifältsnivån i rutnät med bullerkonturer.....	22
6.3	Bestämma exponering av boende och bostäder från fasadnivåer	23
6.3.1	Bakgrund.....	23
6.3.2	Metod för att tilldela ljudnivåer till boende och bostäder.....	23
6.3.3	Exempel	23
6.4	Bullerexponerade arealer.....	24
7	Rapportering.....	24
8	Referenser	25
Bilaga 1.	CNOSSOS-EU:s kvalitetsramverk (endast information)	27
Bilaga 2.	Väderlek (endast information)	27
B2.1.	Refraktion	27
B2.2.	Luftabsorption	27
Bilaga 3.	Vägtrafik (endast information)	28
B3.1.	Fordonskategorier i CNOSSOS-EU	28
B3.2.	Översättning av fordonsklasser i Tindra till kategorier i CNOSSOS-EU	29
B3.3.	Skattning av fördelning mellan fordonskategorier för statliga vägar	29
B3.4.	Hastighet	30
B3.5.	Trafikmängd.....	30
B3.6.	Emissionsdata i CNOSSOS-EU	30
B3.7.	Svenska emissionsdata till ursprungsversionen av CNOSSOS-EU	31
B3.8.	Vägytor	31
B3.9.	Lufttemperatur (för korrektion däck-vägbanebuller)	32
B3.10.	Dubbdäck.....	32
B3.11.	Trafikljus / rondell	34
Bilaga 4.	Övrigt	35
Bilaga 5.	Ändringslogg.....	35

1 Inledning

EU:s bullerdirektiv 2002/49/EG om bedömning och hantering av omgivningsbuller¹ [6] är implementerat i svensk lag genom förordning om omgivningsbuller SFS 2004:675 [7]. Enligt förordningen är Trafikverket samt kommuner med fler än 100 000 invånare² skyldiga att kartlägga omgivningsbuller och att upprätta åtgärdsprogram. Med omgivningsbuller avses i förordningen buller från vägar, järnvägar, flygplatser och industriell verksamhet.

Bullerkartläggning som utförs för att uppfylla bullerdirektivet kallas för *strategisk kartläggning*. Vid strategisk kartläggning ska ljudmått L_{den} och L_{night} samt den EU-gemensamma beräkningsmetoden CNOSSOS-EU användas [1][2]. Den svenska kartläggningen av väg- och spårtrafik ska så långt det är möjligt använda specifikt svenska emissionsdata och -korrektioner.

Kartläggningen ska genomföras vart femte år och den ska visa bullersituationen under kalenderåret före det år som kartläggningen ska inrapporteras till kommissionen. Naturvårdsverket ansvarar för att sammanställa alla svenska kartläggningar och rapportera in till EU.

Föreliggande användarhandledning är ett metodstöd som ska användas vid strategisk kartläggning av buller från väg- och spårtrafik i syfte att harmonisera det svenska arbetet.

För buller från väg- och spårtrafik är det ofta kostnadseffektivt att samtidigt även göra en inhemsk kartläggning med Nord2000 och svenska mått (L_{Aeq24h} och L_{AFmax}), i enlighet med anvisningar i [18].

1.1 L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} , L_{den}

Med dag, kväll och natt avses i Sverige de 12 timmarna 06–18, de 4 timmarna 18–22 respektive de 8 timmarna 22–06. Med L_{day} , $L_{evening}$ och L_{night} avses den frifältsnormerade ekvivalentnivån under dag, kväll respektive natt. Samtliga ekvivalentnivåer avser årsmedelvärden liksom den vägda dygnsekvivalentnivån L_{den} som ges av

$$L_{den} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \right] \quad (1)$$

2 Vad ska redovisas

Vid strategisk bullerkartläggning enligt SFS 2004:675 [7] beräknas L_{den} och L_{night} på höjden 4 m över mark. Ljudnivåer beräknas i beräkningspunkter³ som är utplacerade i rutnät och vid fasader. Fasadnivåerna används för att beräkna antalet personer och bostäder som exponeras för olika ljudnivåer. Ljudnivåerna i rutnätet eller därur bestämda bullerkonturslinjer används för att beräkna hur stora arealer som är utsatta för olika ljudnivåer. Fasadnivåerna avser ljudnivån i fritt fält, det vill säga utan ljudreflex från närmaste bakomliggande fasad. Rutnätspunkterna inkluderar av beräknings-tekniska skäl alla reflexer, alltså även den från närmast liggande fasad. För åtgärdsplaner krävs därutöver kompletteringar med L_{eq} och L_{max} på relevanta höjder.

Vägtrafik-, tågtrafik-, flygtrafik- samt industribuller i tätorter redovisas var för sig. En kommun kan också kartlägga buller från annan spårtrafik än järnvägstrafik, som i så fall redovisas i separata

¹ Direktivet definierar omgivningsbuller som oönskat eller skadligt utomhusljud som orsakas av människors verksamhet.

² Vid den första kartläggningen som rapporterades in till EU år 2007 ingick enbart kommuner med fler än 250 000 invånare.

³ Med beräkningspunkt avses punkt i vilken efterfrågad ljudnivå beräknas. Punkten är antingen del av ett rutnät eller en punkt på en fasad.

bullerkartor. I kommuner ska i princip alla vägar, järnvägar och flygplatser ingå i kartläggningen. Industriell verksamhet har i samband med den uppdatering av förordningen som gjordes 2019 avgränsats till "verksamhet som är tillståndspliktig eller omfattas av ett tillstånd enligt miljöprövningsförordningen (2013:251) med en verksamhetskod som slutar med -i eller som är en tillståndspliktig hamn enligt den förordningen" [7]. Industribuller behöver endast i undantagsfall beräknas eftersom ett uppfyllande av de svenska reglerna automatiskt innebär att bullret ligger under det lägsta kartläggningsintervallet som för närvarande är 55 dB för L_{den} och 50 dB för L_{night} . Samtidigt gäller att antalet exponerade personer sätts till noll om det är lägre än 50 vilket också innebär en begränsning.

Trafikverket ansvarar för kartläggning av vägar med mer än 3 miljoner fordon per år, järnvägar med mer än 30 000 tåg per år samt flygplatser med mer än 50 000 flygrelser per år.

Kartläggningen ska avse L_{den} -nivåerna vid bostadens mest exponerade fasad och redovisas för följande bullerintervall: 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, ≥ 75 . Den ska vidare avse L_{night} -nivåerna vid bostadens mest exponerade fasad och redovisas för följande bullerintervall: 50–54, 55–59, 60–64, 65–69, ≥ 70 .

För Trafikverket ingår även kartläggning av den sammanlagda areal i kvadratkilometer som exponeras för L_{den} -nivåerna ≥ 55 dB, ≥ 65 dB respektive ≥ 75 dB⁴ samt beräknat antal bostäder och människor som bor i vart och ett av dessa områden.

Beställaren kan frivilligt utvidga bullerintervallen, främst nedåt men även uppåt. Det kan medföra högre krav på underlag och beräkningsinställningar än vad denna användarhandledning omfattar.

3 Noggrannhet

Enligt CNOSSOS-EU bör varje emissionsparameter bestämmas så att emissionens onoggrannhet begränsas till ± 2 dBA, 1σ (per inparameter). Schablonvärden bör undvikas, men får användas när det är nödvändigt för att undvika orimliga kostnader [1].

Därutöver rekommenderas lägst osäkerhetsklass C enligt avsnitt 3.1 nedan.

3.1 Beräkningsosäkerhetsklasser

Möjligheten att nå upp till en viss noggrannhet är beroende av tillgängliga data och andra omständigheter. Samtidigt har olika bullerberäkningar varierande behov av noggrannhet. För att uppnå önskvärd flexibilitet har därför en klassindelning enligt följande gjorts:

- Klass A är bäst och används när man eftersträvar högsta möjliga noggrannhet
- Klass B är minimum för åtgärdsplaner
- Klass C bedöms uppfylla minimikraven för strategisk bullerkartläggning
- Klass D rekommenderas inte för strategisk eller annan traditionell kartläggning

Klasserna är avsedda som en vägledning till beställare och utförare av konsulttjänster. Observera att skillnaden mellan de olika klasserna inte är lika stor för alla parametrar. Vissa parametrar är känsligare än andra, se Tabell 2 för exempel. Detta innebär att man i vissa fall kanske kan blanda till exempel klass B och C och ändå uppnå motsvarigheten till klass B. Det går dock inte att generalisera möjligheterna utan man får göra en total osäkerhetsbedömning i varje enskilt fall.

⁴ Anm. I den svenska föreskriften, [7], står >55 , >65 , etc. men eftersom detta formellt sett betyder att heltalsvärdet, 55, 65, etc. ej ingår har ett likhetstecken lagts till ovan. Vid arealberäkningen saknar likhetstecknet betydelse eftersom man där utgår från en konturlinje och inte från beräknade fasadvärden i heltal.

I Tabell 1 redovisas klasserna för några av de viktigaste beräkningsparametrarna. Klassindelningarna avser främst väg- och tågtrafikbuller. Beskrivningen av de olika klasserna är inte alltid 100% precis och den får därför mera ses som en indikation än ett absolut krav. Tolkningen av klasserna framgår av kapitlen 4, 5 och 6. Med schablonvärden avses antingen de värden som rekommenderas i denna användarhandledning eller andra motsvarande värden som användaren använt. I den utsträckning som är möjligt bör bättre indata än minimikrav användas. Om det händer att man av teknisk-ekonomiska skäl inte till fullo kan uppfylla samtliga krav för respektive noggrannhetsklass ska förekommande avvikelser redovisas och motiveras.

Parameter	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
Trafikmängd, 4.7	Mätt under minst en vecka, yngre än 3 år	Extrapolerad eller mätt korttid	Schablon	
Dygnsfördelning, 4.7	Mätt under minst en vecka	Extrapolerad eller mätt korttid	Schablon	
Fordonsfördelning, 4.7	Mätt under minst en vecka	Extrapolerad eller mätt korttid	Schablon	
Tåglängd, 4.8	Verklig	Tågtypens medellängd	Schablon	
Hastighet, 4.7	Mätt under minst en vecka för varje fordonstyp	Skattad på basis av skyltad hastighet och annan info.	Schablon	
Vägbeläggning, 4.7	Verklig	Korrektion för extremfall	Schablon	
Bullerskärmar, 4.4	Uppmätt höjd och placering	Uppskattad efter visuell inspektion	<2m försummas	Alla försummas
Byggnader som skärmar, 4.4	Tas med	Tas med	Tas med i tätort, Försummas i övrigt	dB/m
Byggnadshöjder, 4.1	Verklig	Uppskattad efter visuell inspektion	Schablon	
Terrängmodell, 4.2	Laserskannade höjdpunkter, alternativt $\leq 0,5\text{m}$ + visuell inspektion	$\leq 0,5\text{m}$ ekvidistans eller rutnätsdata motsvarande grid 2+	Höjdlinjer 5m ekvidistans eller rutnätsdata av typ 50+ (eftersträva dock bättre underlag, se 4.2)	>5m
Väg-/banvallshöjd, 4.3	Uppmätt höjd känd	Uppskattad efter visuell inspektion	Schablon	
Beräkningshöjd, 5.3	Bullerkonturer: normalt 1,5 eller 2m. Fasadpunkter: samtliga våningsplan.	Bullerkonturer: normalt 1,5 eller 2m. Fasadpunkter: samtliga våningsplan.	4m	
Antal reflexer, 5.1.2	Efter behov (fel $<0,2\text{ dB}$ i fasadpunkterna)	Efter behov (fel $<0,5\text{ dB}$ i fasadpunkterna)	Tätort: fasadpunkter 3, rutnätspunkter 2. I övrigt: alla punkter 1	
Markimpedans/-absorption, 4.5	Mätt	Granskad satellitdata och/eller uppskattad efter visuell inspektion	Schablon	
Väderlek, 4.6	Verklig statistik	Uppskattad	Schablon för hela landet	
Beräkningstäthet, 5.2	Rutnätspunkter: $\leq 5\text{m}$ i tätort, $\leq 10\text{ m}$ i övrigt. Fasadpunkter 2,5m	Rutnätspunkter: $\leq 5\text{m}$ i tätort, 10 m i övrigt. Fasadpunkter $\leq 5\text{m}$	Rutnätspunkter: 5 m i tätort, $\geq 10\text{ m}$ i övrigt. Fasadpunkter: $\leq 5\text{ m}$	
Befolkningsstatistik, 4.9	Adresser	Fastighet som vid behov kompletteras med okulär besiktning	Data i $100 \times 100\text{ m}$ rutnät	
Antal exponerade, 6.3	Fördelning enligt anvisningar	Fördelning enligt anvisningar	Fördelning enligt anvisningar	

Tabell 1. Osäkerhetsklasser för olika beräkningsparametrar. Klass C anger minimikrav för strategisk kartläggning. Som tabell 1 i [3] men med mindre uppdateringar.

Vad beträffar den numeriska osäkerheten för de olika osäkerhetsklasserna så är den svår att uppskatta eftersom den påverkas av varierande förutsättningar. En viss vägledning ges i [8] och Tabell 2 (innehållet i Tabell 2 är hämtat från denna rapport).

Problem	Risikfaktor	Bedömd typisk osäkerhet för L_{den}
Trafikmängd	Fel uppskattning	0,5 dB per 10%
Dygnsfördelning (vägtrafik)	Fel uppskattning	Nattrafik 1 dB per 10%
Andel tunga fordon (vägtrafik)	Fel uppskattning	1 dB per 20%
Hastighet	Fel uppskattning	1 dB per 10%
Hus som skärmar	Schablonhöjd	Liten
Anlagda skärmar	Utelämnas	Liten ⁵
Terrängmodell vid källan	Olika aktörer har olika höjd på källan re. terräng	0–3 dB
Beräkningshöjd	Flyg beräknas på 1,2m	0–1 dB
Marktyp	Fel marktyp väljs	0–9 dB för vägtrafikbuller
<i>Mest exponerad del av fasad⁶</i>	<i>Överskattning av antalet exponerade om bara högsta nivån per byggnad används</i>	<i>Liten vid villabebyggelse, stor överskattning vid vissa större byggnader typiska för storstäder</i>
Bestämning av antal boende	Felaktigt antal	Stor i det enskilda fallet men osäkert vid storskalig tillämpning
Fördelning av antal boende	Placering i fel byggnad	Stor i det enskilda fallet men osäkert vid storskalig tillämpning

Tabell 2. Bedömda typiska osäkerheter, från [8].

4 Ingångsdata

Som diskuterats ovan accepteras generellt underlag med något större osäkerheter vid strategisk kartläggning än vid bullerberäkningar såsom till åtgärdsplaner, detaljplaner etc. Vid samtidig kartläggning med svenska mått kan det finnas behov av att använda ett noggrannare kartunderlag till den inhemska beräkningen och då kan samma underlag med fördel även användas till den strategiska kartläggningen.

4.1 Byggnader

Vektoriserade kartunderlag där byggnader representeras av polygoner kan exempelvis hämtas från Lantmäteriet (till exempel Topografi 10 [28]) eller från kommuner (till exempel Baskarta).

Saknar byggnaderna uppgift om byggnadshöjd kan den bestämmas med gängse metoder, såsom avstämning mot ytmodell eller baserat på antal våningsplan som multipliceras med en schablonhöjd per våningsplan. Minimikrav för strategisk kartläggning enligt osäkerhetsklass C är att använda schablonbyggnadshöjder. Byggnadshöjder väljs då som den lägsta av högsta tillåten byggnadshöjd, om en sådan finns, och följande:

⁵ Bedömningen är baserad på ett antagande om att bullerskärmar ofta dimensioneras för att fungera på 1,5–2 m höjd och därför har begränsad effekt på kartläggningshöjden 4 m [8].

⁶ Ej längre aktuell vid strategisk beräkning eftersom metoden att basera exponeringen på den högsta ljudnivån vid en byggnad inte längre används.

Tätort:

- Enfamiljshus: 6 m
- Flerbostadshus: 15 m
- Byggnader med byggnadsyta <50 m²: 3 m
- Övriga byggnader: 8 m

Glesbygd:

- Samtliga byggnader: 6 m

Andra schablonhöjder kan användas om det kan visas vara mer korrekt (se exempelvis [9]).

Om bättre information saknas sätts reflektionsförlusten⁷ hos byggnadens fasader till 1 dB.

4.2 Terrängmodell

Bäst noggrannhet hos terrängmodellen fås då underlaget utgörs av Laserdata eller motsvarande. Grundkravet för osäkerhetsklass B anses vara uppfyllt om underlaget utgörs av höjdkurvor med 0,5 m ekvidistans eller annat underlag med motsvarande höjddefinition av terrängen, exempelvis filtrerade Laserdata. Höjddata kan ha stor betydelse då terrängen har skärmande verkan. Särskilt gäller detta skärmande terräng i nära anslutning till väg/järnväg – höjder hos sådana terrängpartier, såsom exempelvis skärningar, bör om möjligt bestämmas inom 0,25 m.

För strategisk bullerkartläggning enligt osäkerhetsklass C är det enligt Tabell 1 tillräckligt att terrängmodellen baseras på höjdlinjer med 5 m ekvidistans eller rutnätsdata av typen Grid50+. Detta ger dock en grov terrängmodell. Eftersom tillgång till bra terrängdata och verktyg för att hantera dem har förbättrats väsentligt sedan Tabell 1 utarbetades rekommenderas att sträva efter att använda ett underlag med bättre upplösning, om möjligt motsvarande osäkerhetsklass B.

4.3 Väg/banvallshöjd

Vägars och järnvägars höjd i förhållande omgivningen påverkar mark- och skärmningseffekter och har därmed även betydelse för beräknade ljudnivåer. Därtill kan utelämnade av vägbankar/banvallar leda till överskattad markeffekt vilket riskerar att beräknade bullernivåer blir för låga.

Ett underlag i form av vektoriserade linjer för väg- respektive spårmitt med god precision och upplösning, och som höjdsatts med god noggrannhet, är normalt att föredra. Det ger goda förutsättningar för ett bra beräkningsresultat och innebär samtidigt en förenkling av arbetet. En förutsättning är att underlaget för terrängmodellen håller motsvarande kvalitet.

Saknar linjerna höjdinformation kan terrängmodellen användas för höjdsättning vilket dock reducerar noggrannheten och kan öka behovet av manuell bearbetning av modellen. För strategisk kartläggning enligt osäkerhetsklass C kan i så fall följande schablonhöjder användas om bättre information saknas:

Vägar: bankhöjd vid innerstadsbebyggelse 0,0 eller 0,2 m och bankhöjd för landsvägar 0,2 eller 0,6 m.

Järnvägar: banvallshöjd 1,0 m.

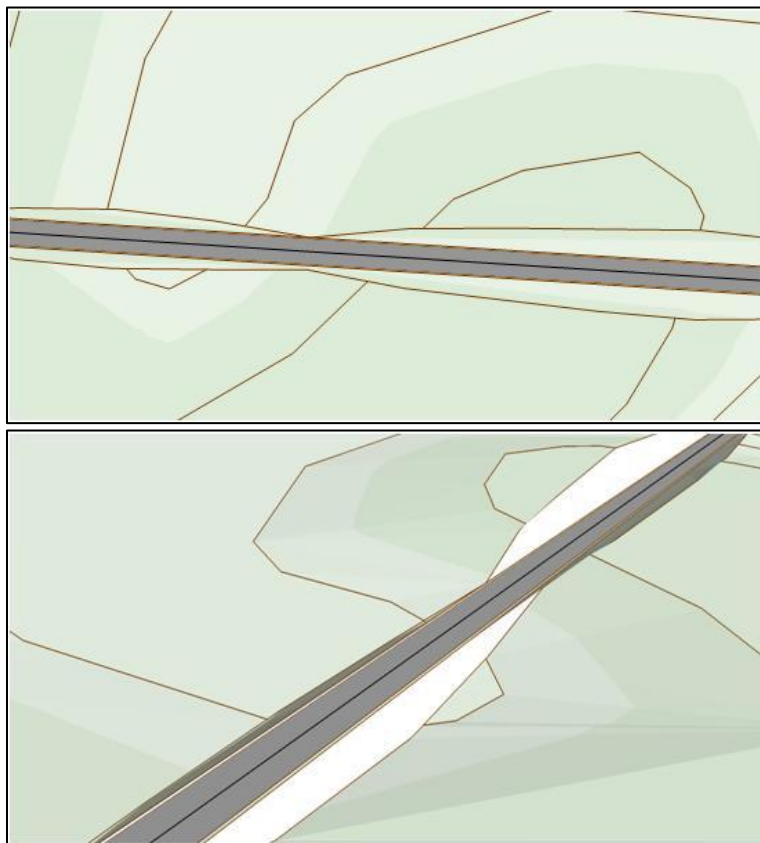
Notera att höjdsättning som baseras på terrängmodellen kan ge upphov till orealistiska höjdgradienter hos väg/järnväg vilket behöver korrigeras med lämplig metod, exempelvis genom filtrerande utjämning för att erhålla rimliga höjdprofiler.

⁷ Energiförlust som uppstår när ljudvågor reflekteras i fasader.

De höjdsatta väg- och järnvägslinjerna behöver slutligen integreras på ett realistiskt sätt i terrängmodellen. Om terrängmodellen baseras på måttligt filtrerade Laserdata eller motsvarande, med hög täthet av höjdpunkter, bör linjerna för väg-/järnvägsnitt tillsammans med uppgifter om väg-/järnvägsbredd utgöra ett tillräckligt underlag för vägbank/banvall. I annat fall kan det vara nödvändigt att bearbeta underlaget vidare. Exempel på ett principiellt förfarande beskrivs nedan, men även annan för ändamålet lämplig metod kan användas:

Järnvägsspår och vägar representeras i modellen av en linje som markerar spårmitt respektive vägmitt. Skapa höjdlinjer vid vägytans kant (inklusive vägren/trottoar), respektive motsvarande kant vid järnväg. De nya höjdlinjerna löper parallellt med mittlinjen och har samma höjdkoordinater. Från kantlinjerna modelleras sidan av vägbanken/banvallen, alternativt skärningen, med lutningen 1:2 ifall bättre uppgifter saknas. Sidorna förutsätts fortsätta tills de i höjdd led möter omgivande terräng, där nya höjdlinjer skapas som markerar var sidan ansluter till omgivningen. Området mellan dessa yttre höjdlinjer rensas från annan höjdinformation (höjdlinjer, punkthöjder, etc.), så att terrängen här enbart definieras av vägmitt/spårmitt, samt de fyra nya höjdlinjerna. Se Figur 1.

I stadsmiljö kan behandlingen förenklas för vägar som ligger i plan med omgivningen (saknar bank/skärning): Skapa höjdlinjer vid vägkant enligt ovan. Rensa området under vägytan och strax utanför denna (typiskt 0,5 m) från annan höjdinformation så att terrängen här enbart definieras av vägmitt och de båda nya höjdlinjerna.



Figur 1. Exempel på integrering av väg alternativt järnväg i omgivande terrängmodell (definierad med ekvidistanslinjer) enligt beskrivning ovan. Vy från ovan (övre bild) respektive tredimensionell vy (undre bild).

4.4 Skärmar

Skärmning av hus tas alltid med i tätorter men kan i övrigt försummas vid strategisk bullerkartläggning med osäkerhetsklass C om så erfordras. Om anlagda trafikbullerskärmar som är 2 m eller lägre saknas i kartmaterialet kan de med undantag för spårnära perronghöga skärmar försummas vid strategisk bullerkartläggning och osäkerhetsklass C på beräkningshöjden 4 m⁵. För åtgärdsplaner enligt osäkerhetsklass B eller bättre ska de dock tas med vid lägre beräkningshöjder. Högre skärmar än 2 m ska alltid tas med. För hushöjder, se avsnitt 4.1.

Om bättre information saknas kan skärmarna antas sakna absorbenter genom att ansätta reflektionsförlusten⁷ till 1 dB. I enlighet med anvisningar i CNOSSOS-EU ska skärmar som lutar 15° eller mer i förhållande till vertikalplanet beräknas som icke-reflekterande [2].

4.5 Markabsorption

CNOSSOS-EU specificerar markens akustiska absorption med en dimensionslös parameter, *G*, som kan anta de fyra värdena 0 (hård mark), 0,3 (komprimerad tät mark), 0,7 (komprimerad mark) och 1 (mjuk mark), se Tabell 3.

Description	Type	(kPa · s/m ²)	G value
Very soft (snow or moss-like)	A	12,5	1
Soft forest floor (short, dense heather-like or thick moss)	B	31,5	1
Uncompacted, loose ground (turf, grass, loose soil)	C	80	1
Normal uncompacted ground (forest floors, pasture field)	D	200	1
Compacted field and gravel (compacted lawns, park area)	E	500	0,7
Compacted dense ground (gravel road, car park)	F	2 000	0,3
Hard surfaces (most normal asphalt, concrete)	G	20 000	0
Very hard and dense surfaces (dense asphalt, concrete, water)	H	200 000	0

Tabell 3. Värden på *G* för olika typer av mark i CNOSSOS-EU [1].

4.5.1 Schablondata för markabsorption till strategisk kartläggning

Att använda schablondata för markabsorption enligt nedan uppfyller minimikrav för strategisk kartläggning enligt osäkerhetsklass C.

Generellt räknas vägytor och vattenytor som hård mark (*G*=0) medan banvallar räknas som mjuk mark (*G*=1). I Norrland ges dock sjöar markabsorption *G*=0,3 för att approximera effekten av att snötäcke inkluderas i årsmedelvärdet [11]. Vidare räknas generellt ballastfria spår som hård mark, medan spårvägar på gräs räknas som mjuk mark.

Stadskärna (svarar ungefär mot exploateringstal⁸ $e > 1$) utom dedicerade parkområden förutsätts ha hård mark. Parkområden har mjuk mark. För övriga tätortsområden förutsätts, om inte bättre information föreligger, 2 m på ömse sidor om vägen vara hård för att ta hänsyn till vägren/trottoar. För resterande mark i tätort sätts $G=0,7$.

Mark utanför tätort sätts till mjuk.

4.5.2 Översättning från Nord2000:s impedansklasser

Vid samtidig kartläggning med svenska mått används vanligen ett noggrannare underlag för den inhemska beräkningen i enlighet med [18], och då kan samma underlag även användas till den strategiska kartläggningen. Impedansklass A–D översätts med $G=1$, impedansklass E översätts till $G=0,7$, impedansklass F till $G=0,3$ och impedansklass G–H motsvarar $G=0$ (se Tabell 3).

4.5.3 Översättning från markslag

Om underlaget utgörs av markslag i produkten *Topografi 10 Nedladdning, vektor* eller motsvarande kan översättning till markabsorption göras enligt Tabell 4.

Översättningen ger inte alltid en bra överensstämmelse med verklig markimpedans⁹. Underlaget kan förbättras om översättningen granskas mot flygbilder samt baskarta eller motsvarande, och vid behov justeras och kompletteras enligt Tabell 3. Sådan granskning erfordras dock inte för att uppfylla minimikrav vid strategisk kartläggning.

Markslag i Topografi 10 Nedladdning, vektor			CNOSSOS-EU värde på G	Nord2000 impedansklass
Skiktnamn	Markslag (objekttyp)	Objekttypnr		
Mark	Hav	2631	0	H
Mark	Sjö	2632	0	H
Mark	Vattendragsyta	2633	0	H
Mark	Anlagt vatten	2634	0	H
Mark	Glaciär	2635	1	B
Mark	Sluten bebyggelse	2636	0	G
Mark	Hög bebyggelse	2637	0	G
Mark	Låg bebyggelse	2638	0,7	E
Mark	Industri- och handelsbebyggelse	2639	0	G
Mark	Öppen mark	2640	0,7	E
Mark	Torg	2641	0,3	F
Mark	Åker	2642	1	D
Mark	Fruktodling	2643	1	D
Mark	Kalfjäll	2644	1	C
Mark	Barr- och blandskog	2645	1	C
Mark	Lövskog	2646	1	B
Mark	Fjällbjörkskog	2647	1	C
Mark	Ej karterat område	2648	0,7	E
Sankmark	Sankmark, fast	2651	0,7	E
Sankmark	Sankmark, våt	2652	0,3	F

Tabell 4. Markabsorption respektive impedansklass för olika typer av markslag i Lantmäteriets geodataprodukt *Topografi 10 Nedladdning, vektor* [18][28]. Notera att översättningen inte alltid resulterar i korrekt markimpedans för en plats⁹.

Polygonerna i Sankmark är inte koordinerade med dem i Mark. Vid behov av samtidig användning behöver Markpolygonerna bearbetas så att de lämnar plats åt Sankmarkspolygonerna.

⁸ Exploateringstalet är ett mått på bebyggelsetäthet. Talet är förhållandet mellan byggnadernas bruttoarea (BTA) och markarean de står på.

⁹ Exempelvis i bebyggd miljö där markegenskaperna egentligen inte beror av vilken typ av bebyggelse det är.

4.5.4 Okulär bedömning av ortofoton

Vid behov av manuell bedömning av markabsorptionsindata till CNOSSOS-EU från ortofoton kan beskrivningarna i Tabell 3 ge vägledning. För strategisk kartläggning kan en acceptabel förenkling i svårtolkade fall vara att bara använda värdena $G=0$ och $G=1$, varvid områden med $G=0,3$ respektive $0,7$ avrundas till $G=0$ respektive 1 .

4.6 Väderlek

CNOSSOS-EU väger in refraktion med faktorn p_r , procentuell förekomst av gynnsam ljudutbredning under ett år. Tills vidare rekommenderas generellt följande schablonvärden (även i städer):

- dag 06–18: $p_r=50\%$,
- kväll 18–22: $p_r=75\%$, respektive
- natt 22–06: $p_r=100\%$.

Följande ingångsvärden rekommenderas för luftabsorptionens årsmedelvärde över hela landet:

- lufttemperatur $t = 15\text{ °C}$ (ej att förväxla med den temperatur som används för korrektion av vägemission),
- relativ luftfuktighet $RH = 70\%$, och
- lufttryck $p = 1013\text{ hPa}$.

Bakgrundsinformation (ej styrande) finns i Bilaga 2.

4.7 Vägtrafik

Bakgrundsinformation finns i Bilaga 3.

4.7.1 Vilka vägar ska tas med i en beräkning

Vid Trafikverkets kartläggning inkluderas vägar med mer än 3 miljoner fordon per år ($\text{ÅDT} > 8219$).

Kommunala kartläggningar ska i princip inkludera alla vägar men av praktiska skäl kan vägar som ger ett försumbart bullerbidrag till den totala nivån utelämnas. Trafikmängd, trafiksammansättning, hastighet, vägens avstånd till beräkningspunkter med mera avgör om bullerbidraget är betydande i förhållande till bullret från andra vägar. Vägar vars bullerbidrag uppskattas vara minst 10 dB lägre än bullret från närliggande större väg/vägar kan exkluderas utan att detta har någon betydande inverkan på resultatet.

Exempelvis ger en villagata med $\text{ÅDT} = 500$ (trafikfall F, Tabell 8) ljudnivåer¹⁰ som är lägre än den undre gränsen för vad som ska redovisas enligt minimikraven, $L_{\text{den}} = 55\text{ dBA}$ och $L_{\text{night}} = 50\text{ dBA}$. Saknar platsen bullerbidrag från annan vägtrafik kan villagatan därför exkluderas om inte ljudnivåer under minimikraven redovisas. Är bidraget från omgivande gator minst 10 dB över bidraget från villagatan så kan den också exkluderas. Men om annan vägtrafik ger upphov till ljudnivåer på platsen som är minst i samma storleksordning men inte mer än 10 dB över bidraget från villagatan, så behöver villagatan vara med i beräkningen.

4.7.2 Trafikens fördelning per fordonskategori och över dygn

CNOSSOS-EU delar in fordon i fem huvudkategorier. Tills vidare ska kategori 1, 2 och 3, svarande mot lätta, medeltunga respektive tunga fordon, ingå vid strategisk kartläggning.

Det underlag för trafikflöde som behövs vid strategisk kartläggning är

¹⁰ Ca 10 m från vägmitt.

- ÅDT (årsmedeldygnstrafik)
- fördelningen över fordonskategori 1, 2 och 3, samt
- trafikens fördelning över dag, kväll och natt.

I de fall som ett komplett sådant underlag är tillgängligt, vilket exempelvis gäller för de flesta statliga vägar, ska de användas. Saknas någon eller några av uppgifterna behöver dataunderlag bearbetas innan det går att använda för beräkningar. Om trafikdata exempelvis bara redovisas som ÅDT och andel tunga fordon, alternativt endast som ÅDT, behövs kompletterande uppgifter om hur trafiken är fördelad per fordonskategori respektive över dygnet. Såvida inte det finns bättre data används schablonvärden enligt avsnitt 4.7.2.2. De redovisade schablonvärdena kan bytas ut mot andra schablon- eller mätvärden om det kan visas att det är sannolikt att de nya värdena bättre svarar mot aktuella förhållanden.

4.7.2.1 Trafikverkets uppgifter

Trafikverkets vägdatabasprodukt *Trafik* som kan hämtas från Lastkajen¹¹ redovisar ÅDT fördelat över dag, kväll och natt, separat för fordonskategori 1–3¹². Denna redovisning finns även tillgänglig i *Vägtrafikflödeskartan*. Dock kan det förekomma att länkar saknar fullständiga uppgifter. För sådana sträckor kan fördelningen av ÅDT över fordonskategori 1–3 beräknas med metoden i bilaga B3.3 alternativt skattas enligt avsnitt 4.7.2.2. Fördelning över dag/kväll/natt kan skattas med stöd av Tabell 7.

4.7.2.2 Skattning med schabloner

Schablonerna i Tabell 5 kan användas när ÅDT samt uppgift om antal tunga fordon finns tillgänglig men inte fördelningen mellan fordonskategori 2 och 3. Där vägtyp inte går att identifiera kan fördelningen 40 % kategori 2 och 60 % kategori 3 användas. Dygnsfördelning kan skattas enligt Tabell 7.

Typ av väg	Fördelning	
	Kategori 2	Kategori 3
Stora vägar med särskilt hög andel tung godstrafik, t ex vissa E-motorvägar utanför städer ¹³	10 %	90 %
Stadsgator (exklusive gator med betydande genomfartstrafik)	90 %	10 %
Övriga vägar (vägar och gator som inte identifierats som tillhörande typerna ovan)	40 %	60 %

Tabell 5. Standardfördelning mellan fordonskategori 2 och 3. Fördelningen 40/60 % mellan kategori 2 och 3 kan användas när det inte är möjligt att identifiera vägtyp [12].

När det bara finns uppgift om ÅDT kan fördelning mellan kategori 1–3 hämtas från Tabell 6. Dygnsfördelning kan skattas enligt Tabell 7. Det går också att använda Tabell 8 som är en kombination av Tabell 6 och Tabell 7.

¹¹ Lastkajen är Trafikverkets e-tjänst för nedladdning av öppna data om Sveriges väg- och järnvägsnät.

¹² Om uppgifterna saknas för ett vägningsintervall kan fördelningen över fordonskategori 1–3 skattas med en metod som utgår från ÅDT total, ÅDT lastbilar och ÅDT axelpar, se bilaga B3.3.

¹³ Motsvarande vägar i och i närheten av städer kan förväntas ha en högre andel fordon i kategori 2.

Trafikfall	Beskrivning	Fördelning (% av ÅDT)		
		Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
A	Motorväg 100–130 km/h, typisk ÅDT: 60 000 (intervall ca 20 000 – 100 000)	85	5	10
B	Stadsmotorväg, typisk ÅDT: 60 000 (intervall ca 20 000 – 100 000)	85	5	10
C	Landsväg och motsvarande 70–90 km/h, typisk ÅDT: 5 000 (intervall ca 5 000 – 10 000)	85	10	5
D	Huvudled i tätort 50–70 km/h ¹⁴ , typisk ÅDT: 16 000 (intervall ca 7 000 – 25 000)	90	5	5
E	Gata 50 km/h ¹⁴ , typisk ÅDT: 4 000 (intervall ca 1 000 – 7 000)	95	5	0
F	Gata 30–50 km/h, typisk ÅDT: 600 (intervall ca 300 – 1 000)	100	0	0

Tabell 6. Fördelning av fordonskategorier för olika trafikfall¹⁵ [15][16].

Trafikfall	Beskrivning	Fördelning (% av respektive kategoris ÅDT)								
		Kategori 1			Kategori 2			Kategori 3		
		Dag	Kväll	Natt	Dag	Kväll	Natt	Dag	Kväll	Natt
A	Motorväg 100–130 km/h	80	10	10	75	10	15	70	10	20
B	Stadsmotorväg	80	10	10	75	10	15	70	10	20
C	Landsväg och motsvarande 70–90 km/h	80	10	10	85	5	10	80	5	15
D	Huvudled i tätort 50–70 km/h ¹⁴	80	10	10	85	5	10	75	10	15
E	Gata 50 km/h ¹⁴	80	10	10	85	5	10	75	10	15
F	Gata 30–50 km/h	80	10	10	85	5	10	75	10	15

Tabell 7. Dygnsfördelning för olika trafikfall¹⁵ [15]. Se Tabell 6 för respektive trafikfalls typiska ÅDT och ÅDT-intervall.

Trafikfall	Beskrivning	Fördelning (% av ÅDT)								
		Kategori 1			Kategori 2			Kategori 3		
		Dag	Kväll	Natt	Dag	Kväll	Natt	Dag	Kväll	Natt
A	Motorväg 100–130 km/h	68	8,5	8,5	3,75	0,5	0,75	7	1	2
B	Stadsmotorväg	68	8,5	8,5	3,75	0,5	0,75	7	1	2
C	Landsväg och motsvarande 70–90 km/h	68	8,5	8,5	8,5	0,5	1	4	0,25	0,75
D	Huvudled i tätort 50–70 km/h ¹⁴	72	9	9	4,25	0,25	0,5	3,75	0,5	0,75
E	Gata 50 km/h ¹⁴	76	9,5	9,5	4,25	0,25	0,5	0	0	0
F	Gata 30–50 km/h	80	10	10	0	0	0	0	0	0

Tabell 8. Kombination av Tabell 6 och Tabell 7. Fördelning av ÅDT över dag, kväll och natt för fordonskategori 1–3 för olika trafikfall. Se Tabell 6 för respektive trafikfalls typiska ÅDT och ÅDT-intervall.

Identifiering av de olika trafikfallen i schablontabellerna bör exempelvis kunna baseras på Trafikverkets dataproduct Vägslag (NVDB) tillsammans med uppgift om ÅDT samt tillåten hastighet. Enbart hastighetsbegränsning utgör inte ett tillräckligt underlag för identifiering.

¹⁴ Schablonen kan även användas för gator med lägre hastighet som bedöms ha motsvarande fordonsfördelning.

¹⁵ Ursprungstexten anger hastighetsintervallen 80–90 km/h (trafikfall C), 60–70 km/h (trafikfall D), samt 30–40 km/h (trafikfall F).

4.7.3 Hastighet

I första hand används skyltad hastighet som hämtas från NVDB eller motsvarande. Hastighet för fordonskategori 1–3 kan ansättas som¹⁶:

- Hastighet kategori 1 = skyltad hastighet.
- hastighet kategori 2 = skyltad hastighet men inte högre än 80 km/h, med undantag för motorväg och motortrafikled där högsta hastighet begränsas till 90 km/h, samt
- hastighet kategori 3 = skyltad hastighet men inte högre än 80 km/h.

För vägar som saknar uppgift om skyltad hastighet kan schablonvärden enligt Tabell 9 användas.

Trafikfall	Beskrivning	Hastighet (km/h)		
		Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
A	Motorväg 100–130 km/h	120	90	80 ¹⁷
B	Stadsmotorväg	90	85	80 ¹⁷
C	Landsväg och motsvarande 70–90 km/h	85	75	75
D	Huvudled i tätort 50–70 km/h ¹⁴	70	65	65
E	Gata 50 km/h ¹⁴	50	50	50
F	Gata 30–50 km/h	35	35	35

Tabell 9. Schablonvärden för hastighet på olika vägar [15]. Se Tabell 6 för typisk ÅDT och ÅDT-intervall.

4.7.4 Om uppmätt trafikmängd saknas

I tätorter saknas ofta aktuella uppmätta trafiksiffror för mindre gator och olika uppskattningar och interpolationer måste göras. Om det inte är uppenbart att aktuella bullernivåer ligger långt under de nivåer som vi är intresserade av bör alla gator kartläggas, se avsnitt 4.7.1.

För vägar som saknar uppmätt ÅDT bör i relativt stor utsträckning uppgifter kunna hämtas från de trafikflödessimuleringar som utförts av Trafikverket med modellen SAMPERS, avsedda att användas som underlag till luftföroreningsberäkningar med SIMAIR.

Vid avsaknad av trafikdata för mindre gator, motsvarande trafikfall E och F enligt Tabell 6–Tabell 9, som bedöms vara relevanta för den strategiska kartläggningen kan schablondata användas. Ett exempel redovisas i Tabell 10. Schablondata bör inte användas för gator med större trafikflöden.

Vägartyp	trafik ¹⁸		
	dag	kväll	natt
Återvändsgator	175	50	25
Lokalgata (används huvudsakligen av dem som bor i området)	350	100	50
Uppsamlingsgata (samlar trafik från ett eller flera områden och leder den till och från en huvudgata)	700	200	100
Mindre huvudgata	1 400	400	200

Tabell 10. Schablondata trafikflöden för mindre vägar, motsvarande trafikfall E och F [13].

¹⁶ Förutsätter att lastbilarna är betydligt fler till antalet än bussarna.

¹⁷ Ursprungstexten anger 90 km/h för trafikfall A respektive 85 km/h för trafikfall B.

¹⁸ Antal fordon för den givna tidsperioden (inte timdata).

4.7.5 Svenska emissionsdata

Beräkningarna ska använda korrektioner för svenska emissioner.

De svenska emissionskorrektioner för fordonskategori 1–3 som normalt ska användas redovisas i Tabell 11. De är angivna som vägytekorrektioner men omfattar även korrektioner för framdrivningsbuller hos en svensk fordonsflotta. Notera att korrektionerna i Tabell 11 enbart är avsedda att användas tillsammans med koefficienterna för rullnings- och framdrivningsbuller i den reviderade versionen av CNOSSOS-EU från 2020 [2], vilka finns återgivna i Tabell 17 i Bilaga 3.

I särskilda fall, exempelvis bussgata med hög andel elbussar, kan andra värden användas om det kan visas att de bättre svarar mot aktuella förhållanden.

Svenska emissionskorrektioner som går att använda tillsammans med de koefficienter för rullnings- och framdrivningsbuller som publicerades i ursprungsversionen av CNOSSOS-EU (direktiv 2015/996 [6]) finns redovisade i Bilaga 3.

Vägyta	Fordonskategori, m	α_{63}	α_{125}	α_{250}	α_{500}	α_{1000}	α_{2000}	α_{4000}	α_{8000}	β
ABS 8 (SMA 8)	1	11,6	2,3	-0,0	1,3	0,1	-0,8	-1,8	-0,9	5,1
	2	-0,3	-0,2	6,0	2,3	1,0	0,3	-1,3	-0,5	11,9
	3	8,3	-0,6	1,5	0,3	-0,7	-1,1	-4,4	-2,1	14,7
	4a/4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ABS 11 (SMA 11)	1	11,6	2,7	0,7	2,1	0,9	-0,1	-1,2	-0,5	5,1
	2	-0,3	-0,2	6,0	2,3	1,0	0,3	-1,3	-0,5	11,9
	3	8,3	-0,6	1,5	0,3	-0,7	-1,1	-4,4	-2,1	14,7
	4a/4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ABS 16 (SMA 16)	1	11,7	3,4	1,9	3,3	2,1	1,2	-0,3	0,8	5,1
	2	-0,3	-0,2	6,0	2,3	1,0	0,3	-1,3	-0,5	11,9
	3	8,3	-0,6	1,5	0,3	-0,7	-1,1	-4,4	-2,1	14,7
	4a/4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ABT 8 (DAC 8)	1	11,5	2,0	-0,2	0,7	-0,5	-1,3	-2,2	-1,2	5,0
	2	-0,3	-0,2	6,0	2,3	1,0	0,3	-1,3	-0,5	11,9
	3	8,3	-0,6	1,5	0,3	-0,7	-1,1	-4,4	-2,1	14,7
	4a/4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ABT 11 (DAC 11)	1	11,6	2,4	0,1	1,4	0,3	-0,6	-1,6	-0,8	5,1
	2	-0,3	-0,2	6,0	2,3	1,0	0,3	-1,3	-0,5	11,9
	3	8,3	-0,6	1,5	0,3	-0,7	-1,1	-4,4	-2,1	14,7
	4a/4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ABT 16 (DAC 16)	1	11,7	3,1	1,3	2,7	1,5	0,6	-0,7	-0,0	5,1
	2	-0,3	-0,2	6,0	2,3	1,0	0,3	-1,3	-0,5	11,9
	3	8,3	-0,6	1,5	0,3	-0,7	-1,1	-4,4	-2,1	14,7
	4a/4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabell 11. Vägytekorrektioner svarande mot svenska fordon på svenska vägar, från [14]. Används tillsammans med koefficienterna för rullnings- och framdrivningsbuller i den reviderade versionen av CNOSSOS-EU från 2020 [2], vilka återges i Tabell 17.

4.7.6 Vägytor

Två vanligt förekommande asfaltklasser är tät asfaltbetong (ABT) som på engelska kallas dense asphalt concrete (DAC), och stenrik asfaltbetong (ABS) som på engelska kallas stone mastic asphalt (SMA). Ett exempel på en bullerreducerande vägbeläggning är porös asfalt (porous asphalt concrete, PAC) som också kallas dränasfalt (dränerande asfaltbetong, ABD) och som förekommer i olika varianter.

Vid strategisk kartläggning kan ABS 16 användas som utgångspunkt.

4.7.6.1 Andra vägytor än ABS 16

För vägar med vägytor som kan förväntas avvika mer än 2 dB från ABS 16 behöver andra korrektioner användas. Detta kan t ex gälla vägar med gatsten, ABT 8 eller annan särskilt tyst asfalt.

Korrektioner för andra vägytor än de som redovisas i Tabell 11 kan bestämmas enligt nedan.

En frekvensoberoende korrektion för en vägyta X kan göras genom att ersätta koefficienterna α_m för ABS 16 i Tabell 11 med $\alpha_{m,vägyta X}$, som beräknas enligt

$$\alpha_{m,vägyta X} = \alpha_{m,ABS16} + \Delta L_{\alpha}$$

där $\alpha_{m,ABS16}$ är koefficienterna som anges i Tabell 11 och ΔL_{α} är differensen mellan vägytekorrektionerna för vägyta X och ABS 16 ($\Delta L_{\alpha} = \Delta L_{Road,vägyta X} - \Delta L_{Road,ABS16}$). Samma ΔL_{α} används för samtliga frekvenser.

Korrektioner för några olika typer av vägytor redovisas i [15] och i [17]. Notera att $\Delta L_{Road,vägyta X}$ och $\Delta L_{Road,ABS16}$ måste anges relativt samma referensvägyta¹⁹ och ska avse referenstemperatur.

4.7.6.2 Lufttemperatur för korrektion däck-vägbanebuller

Vid strategisk kartläggning kan följande lufttemperaturer användas för korrektion däck-vägbanebuller:

- Värmland, Västmanland, Gästrikland samt alla landskap söder därom använder temperaturen +6 °C,
- Lappland använder temperaturen 0 °C, och
- övriga landskap använder temperaturen +3 °C.

Om hanteringen av varierande temperatur riskerar att bli kostnadsdrivande, t ex vid strategisk kartläggning över många regioner, kan temperaturen istället sättas till +4 °C för hela Sverige.

4.7.6.3 Dubbdäck

Effekten av dubbdäck inkluderas i CNOSSOS-EU genom att ange andelen lätta fordon som använder dubbade vinterdäck, $Q_{stud, ratio}$, samt antal månader per år som dubbdäck används, T_s .

Relativt CNOSSOS-EU:s kvalitetskrav om ± 2 dB kan korrektionen för dubbdäck utgå vid strategisk kartläggning. Information om hur korrektionen kan göras (ej styrande) finns i Bilaga 3.

4.7.6.4 Trafikljus / rondell

CNOSSOS-EU kan korrigera ljudemissionen vid korsningar med trafikljus och rondeller.

¹⁹ Om exempelvis korrektion för gatsten 0–60 km/h hämtas från Annex A i [17] har ABS 16, som är referensvägyta i Nord96, korrektionen $\Delta L_{Road,ABS16} = 0$ dB och gatsten korrektionen $\Delta L_{Road,vägyta X} = +3$ dB, vilket ger $\Delta L_{\alpha} = 3$ dB. Hämtas korrektioner för dränasfalt PAC 11 från tabell 6 i [15] gäller istället att ABS 16 har korrektionen $\Delta L_{Road,ABS16} = +1,30$ dB [18] (relativt den 50/50% mix av ABT 11 och ABS 11 som är referensvägyta i Nord2000) och PAC 11 har $\Delta L_{Road,vägyta X} = -2$ dB för kategori 1 respektive $\Delta L_{Road,vägyta X} = -3$ dB för kategori 2 och 3, vilket ger $\Delta L_{\alpha} = -3,30$ dB för kategori 1 respektive $-4,30$ dB för kategori 2 och 3.

Till dess att mer erfarenhet av användningen byggts upp kan korrektion för rondeller och trafikljus försummas vid strategisk kartläggning.

4.8 Spårtrafik

4.8.1 Indata statliga järnvägar

För buller från spårtrafik på det statliga järnvägsnätet har svenska indata²⁰ tagits fram som ska användas vid beräkning med CNOSSOS-EU. Indata har publicerats i en rapport [19] och finns också att hämta i XML-format på kunskapscentrumbuller.se.

Notera att rapporten och de tillhörande XML-filerna inkluderar tabeller över kontaktfilter och rällytråhet som är anpassade till det svenska fordonsdatat. Vår rekommendation är att använda dessa data för alla svenska spårbullerberäkningar med CNOSSOS-EU. De uppdateringar av kontaktfilter och ytråhet på rälen som publicerades i samband med revideringen av CNOSSOS-EU 2020 [2] ska alltså inte användas. Övriga ändringar som infördes i samband med revideringen påverkar inte källdata för spårfordon.

4.8.1.1 Indata för tåg

Avsnitt 5 och 6 i [19] innehåller rekommendationer om lämpliga indata för person- respektive godståg. För persontåg som saknar uppgift om driftsbuller (traktionsljud) sätts denna parameter till 1 som motsvarar minimum. Indata för tomgångsljud saknas.

4.8.1.2 Indata för infrastruktur

Avsnitt 4 i [19] ger rekommendationer om val av överföringsfunktion och ytråhet för spår.

För banor med betongsliprar rekommenderas överföringsfunktionen med beteckningen SE_4 och för banor med träsliprar rekommenderas överföringsfunktionen SE_9.

Såvida inte specifika data om rälens ytråhet finns tillgängliga rekommenderas att använda indata för ytråhet med beteckningen SE_4. Om man har tillgång till bättre ytråhetsuppgifter för spåret på den aktuella sträckan (uppmätta eller uppskattade) bör man använda dem istället.

4.8.1.3 Korrektioner

De schablonkorrektioner för skarvspår, växlar, broar och kurvskrik som ingår i CNOSSOS-EU har analyserats för statliga järnvägar [22]. Resultatet av undersökningen är att korrektionen för stålbroar kan tillämpas i svenska beräkningar, men att de övriga korrektionerna för kurvskrik, betongbroar, skarvspår eller växlar normalt inte bör användas. Dock kan andra värden på korrektionerna användas om det finns data som kan påvisas vara bättre.

4.8.2 Indata annan spårtrafik

För fordonstyper som inte trafikerar det statliga nätet finns inga nya indata i [19] utan sådana data behöver tas fram med någon annan metod. Ett alternativ är att använda de standardvärden som finns i CNOSSOS-EU för respektive typ. Exempelvis är RMR Cat 7 (Vehicle ID = 20) standardfordon för tunnelbanetåg och spårvagnar. På kunskapscentrumbuller.se finns ett hjälpmedel för att kontrollera hur väl standardvärdena stämmer med befintliga svenska data.

Ett annat alternativ är att konvertera indata från Nord96 [21] eller Nord2000 men det finns ingen publicerad metod som beskriver hur det ska gå till. Ytterligare ett alternativ är att mäta upp nya indata med metoden i EN 17936 [23].

²⁰ Ytråhet hos hjul och räl, kontaktfilter, spår- och fordonsöverföringsfunktioner samt driftsbuller.

4.8.3 Trafikmängd, sammansättning, hastighet och tidsfördelning av trafik

För statliga järnvägar har Trafikverket generellt aktuella och exakta uppgifter av hög kvalitet om trafikmängd och dygnsfördelning per tågtyp med tillhörande tåglängder, som ska användas som underlag. Om det skulle saknas information om tåglängd kan följande schablonvärden användas vid strategisk kartläggning med osäkerhetsklass C: 650 m för godståg, 49 m för tåg i serierna X10-X20, 160 m för tåg i serierna X30-X60, 160 m för intercitytåg, 160 m för X2000.

Vad gäller hastighetsuppgifter kan vid strategisk bullerkartläggning av tågtrafik med osäkerhetsklass C följande schablon användas för hastighet: Den lägsta av banans högsta tillåtna hastighet och tågtypens högsta tillåtna hastighet.

4.8.4 Övrigt

För strategisk kartläggning med CNOSSOS-EU erfordras till största delen samma underlag som vid bullerberäkningar med de nordiska modellerna. Indata för CNOSSOS-EU är organiserade efter samma tågtyper osv. En skillnad är att CNOSSOS-EU utgår från ljudeffekt per axel och eftersom antalet vagnar och axlar kan variera inom en viss tågklass, och därmed även emissionen, behöver man beakta att använt tågsätt är representativt för den aktuella sträckan (så att avvikelser begränsas till ± 2 dB per ingångsparameter, se avsnitt 3). Exempelvis kan lättare godsvagnar ha två axlar medan godsvagnar för särskilt tung last kan ha fyra till sex axlar.

En presentation av källmodellens principer och hur den hanteras i programmet SoundPLAN, finns att ladda ned från kunskapscentrumbuller.se (film med inspelad föreläsning, pdf-filer med presentationsbilder, samt ett enkelt SoundPLAN-projekt).

4.9 Befolkningsdata

Befolkningsdata finns tillgängligt i eller kan aggregeras till olika format. Det kan vara en övergripande uppgift om hur många kvadratmeter boyta varje person har i ett visst område eller mer specifika, geografiskt knutna uppgifter som exempelvis antalet boende inom geokodade rutor om 1 x 1 km (fritt tillgänglig [36]) eller uppgift per adress som är det noggrannaste underlaget men med nackdelen att det är sekretessbelagt.

För strategisk kartläggning rekommenderas antal personer i rutor om 100 x 100 m eller motsvarande noggrannhet, eller bättre.

4.10 Data om bostäder

Uppgift om hur många bostäder en viss byggnad innehåller kan tas fram på flera sätt. Exempelvis går det att kombinera information från lägenhetsregistret med koordinater i fastighetsregistret och på så sätt knyta antalet lägenheter/bostäder till en viss byggnad. Det går också att från exempelvis SCB beställa aggregerade rutnätsdata med uppgift om antal bostäder per ruta.

5 Inställning av kartlägningsprogram

Rekommendationerna nedan avser strategisk bullerkartläggning och osäkerhetsklass C. En sammanfattning ges i Tabell 12 med kompletterande information i avsnitt 5.1–5.3. De inställningar som används vid beräkningarna ska dokumenteras och redovisas. Även andra parametervärden än de som rekommenderas kan fungera men bör då först förankras med representativa testberäkningar²³ som visar på acceptabel inverkan på beräknade ljudnivåer jämfört med ett idealt val.

Parameter	Värde
Maximalt sökavstånd (mellan källa och beräkningspunkt)	3000–5000 m
Reflexer - reflektionsordning - sökavstånd källa-reflekterande ytor - sökavstånd mottagare-reflekterande ytor	fasadpunkter 3, rutnätspunkter 2 50 m 200 m
Täthet beräkningspunkter - fasadpunkter - rutnätspunkter tätort - rutnätspunkter övrigt	2,5–5 m enligt CNOSSOS-EU, Case 1 5 m 10 m
Beräkningshöjd	4 m över mark

Tabell 12. Sammanfattning av rekommenderade beräkningsinställningar vid strategisk beräkning (osäkerhetsklass C).

5.1 Inställningar för avsökning av modell

När ljudnivån beräknas i en punkt gör programmet en sökning i modellen efter ljudkällor som lämnar bidrag till den totala ljudnivån i beräkningspunkten. För att beräkningarna ska ge ett verklighetstroget resultat måste parametervärdena för programmets avsökningsalgoritm väljas på ett sådant sätt att alla relevanta bullerkällor hittas och inkluderas korrekt, samt att hänsyn tas till alla signifikanta bidrag från ljudreflexer som uppstår i byggnader och andra vertikala ljudreflekterande ytor.

På grund av strategiska kartläggningars storlek erfordras hög beräkningskapacitet²¹. Även med tillgång till mycket beräkningskraft behöver parametervärdena för avsökningen väljas med omsorg för att resultatet ska få god riktighet med rimliga beräkningstider. Exempelvis bör egentligen i princip så många reflexer som möjligt inkluderas²² för att säkerställa att ljudnivåer i skärmade lägen inte underskattas, men att ta med många reflexer kan orsaka problem med minneskapacitet och orimligt långa beräkningstider.

De olika kartläggningsprogrammen använder inte exakt samma avsökningsmetodik. Val av värden för andra (programspecifika) parametrar baseras lämpligen på rekommendationer från tillverkaren och/eller egna testberäkningar²³.

5.1.1 Sökavstånd källa-mottagare

Under beräkningen söker programmet efter källor som befinner sig inom ett av användaren bestämt största avstånd från beräkningspunkten. Detta avstånd som vi kallar det maximala sökavståndet anger med andra ord hur långt borta en källa kan vara från en beräkningspunkt och fortfarande bidra till den beräknade ljudnivån. Särskilt i stora kartläggningar kan lägre värden på det maximala sökavståndet ge snabbare beräkningstider, men det ökar samtidigt risken för att ljudbidrag från signifikanta källor helt eller delvis uteblir och beräknade ljudnivåer blir för låga. Som utgångsvärde rekommenderas ett värde mellan 3000–5000 m²⁴. Beroende på förutsättningarna i det undersökta området kan även kortare sökavstånd fungera tillfredsställande men det bör i så fall först prövas med testberäkningar²³.

²¹ Exempelvis distribuera beräkningarna till flera datorer med god beräkningskapacitet eller använda cloud computing.

²² Att inkludera upp till femte ordningens reflexer eller mer kan ses som ett idealvärde [15][20][24]. Med dagens datorer skulle det dock innebära en orimligt stor beräkningsbörda i en strategisk eller annan större kartläggning.

²³ I första hand rekommenderas analys med testberäkningar enligt DIN 45687 [25] som exempelvis finns implementerad i SoundPLAN:s *Statistical Accuracy* eller CadnaA:s *QSI - Statistical Analysis* [26][27].

²⁴ För linjekällor som vägar och järnvägar bör man vara medveten om att det kan krävas ett avsevärt längre sökavstånd än det ortogonala avståndet för att inkludera bullerbidraget från hela källan korrekt. Ett exempel på tumregel är att använda fem gånger det ortogonala avståndet [26].

5.1.2 Reflexer

Parametern reflektionsordning anger en övre gräns för hur många reflexer som tas med i beräkningen. Reflektionsordningen bör väljas till tre för fasadpunkter respektive till två för beräkningspunkter i rutnät som används för att ta fram bullerkonturer. Reflektionsordningen har framför allt betydelse i tätorter.

Utanför tätorter uppstår av naturliga skäl färre eller inga reflexer varför det normalt inte bör påverka beräkningstiden nämnvärt att använda samma inställningar även här. Alternativt kan reflektionsordningen väljas till ett i glesbygd [20].

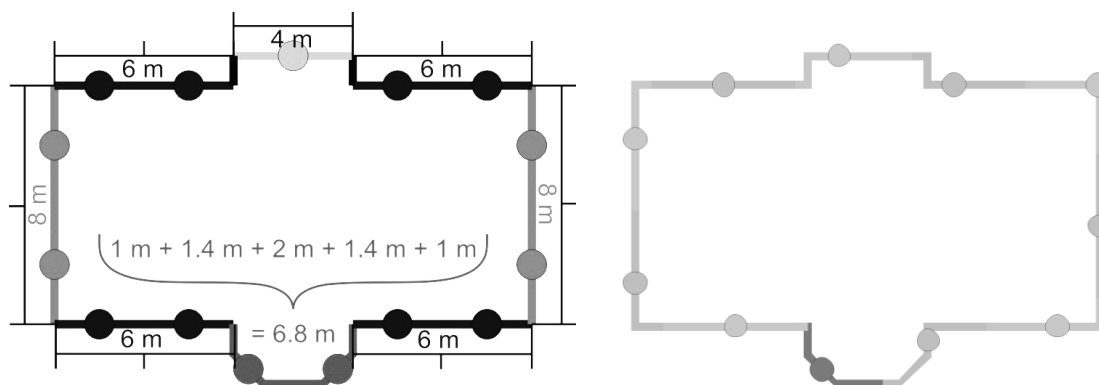
För programvaror med möjlighet att ange tilläggsvillkor som begränsar det maximala sökavståndet till reflekterande ytor bör normalt ett avstånd på 50 m vid källan respektive till 200 m vid mottagare (beräkningspunkten) fungera bra. Alla vertikala reflekterande objekt på större avstånd negligeras. Lägre värden minskar beräkningsbördan men riskerar att ge för låga nivåer.

5.2 Täthet hos beräkningspunkter

Beräkningspunkter på fasader och i rutnät (till bullerkonturer) behöver placeras tillräckligt tätt för att resultatet ska ge en rättvisande bild av bullerspridningen och fungera bra som underlag för exponeringsanalyser.

Det horisontella avståndet mellan beräkningspunkter på byggnadsfasader regleras i CNOSSOS-EU som anger två alternativa upplägg, omnämnda som *Case 1* och *Case 2* i den engelska texten. Se [2] för detaljerad information. Båda alternativen begränsar det största avståndet mellan fasadpunkter till 5 m.

Av harmoniseringsskäl rekommenderas att i första hand *Case 1* används vid svensk kartläggning.



Figur 2. De två alternativa metoderna för placering av beräkningspunkter vid byggnadsfasader enligt CNOSSOS-EU. Används det första alternativet (*Case 1*, till vänster) kommer punkterna placeras på 2,5–5 m avstånd från varandra. Det andra alternativet (*Case 2*) ger att beräkningspunkterna till största delen placeras ut på 5 m från varandra.

Beräkningstätheten för rutnät i tätorter kan som utgångspunkt väljas till en beräkningspunkt per 5 m.

I öppna områden som saknar bebyggelse av tätortskaraktär kan utgångspunkten vara 10 m. Även större avstånd bör kunna användas efter verifiering med testberäkningar, typiskt upp till 30 m.

5.3 Beräkningshöjd

Beräkningshöjden ska vara 4,0 m över mark för strategiska beräkningar [7].

6 Beräkningar

6.1 Beräkningsintervall och avrundning

Beräkningsintervall framgår av avsnitt 2. För intervallindelningen ska beräknade fasadnivåer avrundas till närmaste heltal enligt gällande ISO-regler. Bullerkonturer ska dock beräknas på basis av oavrundade värden.

Antalet exponerade personer ska rundas av till närmaste hundratal. 0 = ekvivalent med <50 personer. Se bilaga VI i [6].

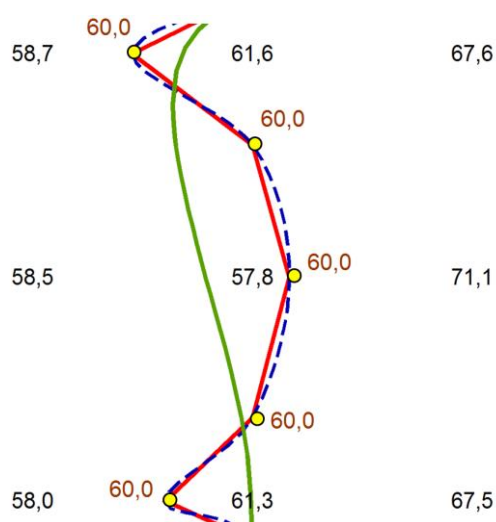
6.2 Frifältsnivån i rutnät med bullerkonturer

Rutnätspunkter används för att beräkna bullerkonturer i steg om 5 dB. Konturlinjerna används normalt även för att beräkna hur stora arealer som är exponerade för de olika ljudnivåerna, se avsnitt 6.4.

Med beräknad ljudnivå avses frifältsnivån. Man ska alltså exkludera ljudreflexen från bakomvarande byggnad. Detta är lätt att göra för fasadpunkter men betydligt svårare för rutnätspunkter där kartlägningsprogrammen i regel inkluderar denna reflex. På grund av svårigheten att göra denna korrektion på ett enhetligt sätt ska den inte göras alls för rutnätspunkter. Detta kommer att medföra för höga ljudnivåer närmast byggnaderna. Inverkan på beräknade areor bedöms dock vara så liten att den kan försummas.

Bullerkonturlinjer dras mellan framinterpolerade heltalsvärden i steg om 5 dB. Tre vanligt förekommande tekniker är att antingen förbinda de interpolerade punkterna med räta linjer, göra en polynomapproximation som går igenom de framinterpolerade punkterna (exakt Bezier) eller göra en polynomapproximation med stark utjämning där kurvan inte nödvändigtvis går igenom de framinterpolerade punkterna (utjämnd Bezier), se Figur 3.

Av harmoniseringsskäl rekommenderas i första hand att tekniken med räta linjer tillämpas vid strategisk bullerkartläggning.



Figur 3. Tre exempel på hur bullerkonturen för 60 dB kan ritas för samma rutnätspunkter. Ljudnivåer i rutnätspunkter angivna med svarta siffror och interpolerade 60 dB-värden med gröna siffror. Röd linje: räta linjer genom de framinterpolerade punkterna, blå streckad linje: exakt Bezier, grön linje: utjämnd Bezier.

6.3 Bestämma exponering av boende och bostäder från fasadnivåer

6.3.1 Bakgrund

Genom att koppla ihop befolkningsdata och data om bostäder med beräknade fasadnivåer går det att få fram statistik om antal boende och bostäder inom de respektive bullerintervall som förordningen anger för L_{den} och L_{night} [7]. Ljudnivån som avses är den högsta fasadnivå som bostaden exponeras för [6].

Exponeringsanalyserna erfordrar specifika befolknings- och lägenhetsdata för varje bostadshus men av sekretessskäl lagras normalt inte sådana uppgifter tillsammans med de kartunderlag som används för bullerberäkningarna. Datakällor med befolknings- och lägenhetsuppgifter behöver därför länkas till kartunderlaget. Arbetet består av två delar: (1) att ur underlagsdata extrahera antal bostäder och boende per bostadsbyggnad, samt (2) att fördela dem till de fasadnivåer som är beräknade vid byggnadens fasader.

Vad gäller enbostadshus är oftast byggnad och bostad samma sak och den eftersökta ljudnivån motsvaras då helt enkelt av byggnadens högsta fasadnivå. För flerbostadshus blir det ett alltför stort arbete att fastställa alla enskilda bostäders läge inuti byggnaderna och därför används normalt istället övergripande skattningar. Det leder ofrånkomligen till fel i vissa enskilda byggnader men genom att välja en skattning som ger liten bias och spridning för hela kartläggningen kan resultatet ändå bli bra.

Två exempel på skattningar som har använts tidigare och som inte längre ska användas vid strategisk kartläggning är att samtliga boende alltid noteras för byggnadens högsta nivå²⁵ respektive att de boende fördelas till byggnadens samtliga beräknade fasadnivåer²⁶. Även om båda metoderna kan ge rätt svar i specifika situationer kan de förväntas ge bias i form av en överskattning respektive en underskattning av antalet exponerade personer om de skulle användas i en svensk kartläggning. CNOSSOS-EU tillämpar istället ett mellanting som fördelar de boende i en byggnad till de fasadnivåer som uppgår till minst medianvärdet av byggnadens fasadnivåer²⁷.

6.3.2 Metod för att tilldela ljudnivåer till boende och bostäder

CNOSSOS-EU beskriver under punkt 17 i [2] metoder som bör användas för att koppla ihop ljudnivåer med boende. Anvisningen innehåller olika sätt att anpassa utvärderingen efter tillgängligt underlag. Analysen bör baseras på den senaste officiella informationen.

6.3.3 Exempel

Om data är tillgängligt som antalet boende och bostäder inom rutor eller motsvarande kan personerna och bostäderna fördelas till bostadsbyggnaderna inom respektive ruta genom att vikta byggnaderna efter deras volym relativt den samlade volymen av rutans samtliga bostadsbyggnader, se ekvation 2.8.2–2.8.5 i [2]. Är indata istället boende/bostäder per adresspunkt kan summering göras per bostadshus, alternativt görs först en summering per fastighet och därefter en fördelning mellan fastighetens bostadshus med samma metodik som ovan.

För enbostadshus och motsvarande fall där det är rimligt enkelt att identifiera bostädernas verkliga läge bör samtliga boende tilldelas bostadens högsta fasadnivå. Det kan exempelvis gälla fristående villor, parhus eller radhus där varje bostad representeras med en enskild byggnad.

²⁵ Kan exempelvis bli korrekt för ett lamellhus med enbart genomgående lägenheter som är orienterat parallellt med en hårt trafikerad väg och som därutöver inte exponeras för några starka bullerkällor.

²⁶ Blir exempelvis korrekt för byggnader som enbart innehåller enkelsidiga, likadana lägenheter.

²⁷ Motsvarande metod rekommenderades tidigare även i [3].

För flerbostadshus fördelas de av byggnadens fasadnivåer som uppgår till minst medianvärdet av byggnadens samtliga fasadnivåer till de boende, med viktning som motsvarar fasadlängden hos beräkningspunkterna. Ett exempel på detta (fast per våningsplan) presenteras i [37], se Exempel 1.

6.4 Bullerexponerade arealer

Sammanlagda arealer i km² med L_{den} över 55, 65, respektive 75 dBA kan bestämmas från framräknade bullerkonturer alternativt från de underliggande beräkningspunkterna, se punkt 17 i [2]. Av harmoniseringsskäl rekommenderas att i första hand bullerkonturer används som underlag vid svensk kartläggning.

7 Rapportering

Kommuner och Trafikverket rapporterar till Naturvårdsverket som vidarebefordrar efterfrågad information till EU-kommissionen. För att detta ska kunna ske rationellt behöver rapporteringen ske i standardiserat format.

Naturvårdsverkets anvisning för inrapportering från 2022 [5] genomgår för närvarande en omarbetning. När den är klar kommer detta avsnitt att uppdateras.

8 Referenser

- [1] Commission Directive (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council.
- [2] *Kommissionens delegerade direktiv (EU) .../... av den 21.12.2020 om ändring, för anpassning till den vetenskapliga och tekniska utvecklingen, av bilaga II till Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/40/EG i fråga om gemensamma bedömningsmetoder för buller*, C(2020) 9101 final, Bryssel, 2020-12-21.
- [3] H. G. Jonasson, A. Gustafson, *Anvisningar för kartläggning av buller enligt 2002/49/EG*, SP Rapport 2010:77, 2010-12-16.
- [4] A. Gustafson, M. Ögren, A. Genell, *Kompletterande anvisningar för strategisk kartläggning av buller från väg- och spårtrafik med CNOSSOS-EU*, Gärdhagen Akustik AB, 2022.
- [5] H. Larsson, *Anvisningar för kommunernas bullerrapportering*, Naturvårdsverket, 2022.
- [6] *Europaparlamentet och rådets direktiv 2002/49/EG av den 25 juni 2002 om bedömning och hantering av omgivningsbuller*.
- [7] *Förordning 2004:675 om omgivningsbuller*, inklusive ändringar enligt SFS 2019:64 *Förordning om ändring i förordningen (2004:675) om omgivningsbuller*.
- [8] H.G. Jonasson, *Känslighetsanalys av bullerkartläggning*, SP Rapport 2009:27.
- [9] A. Novak, T. Gredenman, R. Fred, T. Bellander, C. Eriksson, *Regional vägledning för kartläggning av omgivningsbuller i Stockholms län*, rapport 2016:03, Centrum för arbets- och miljömedicin, Stockholms läns landsting, 2016
- [10] IMAGINE - WP1, Specifications for GIS-NOISE databases, Deliverable 4 of the IMAGINE project, IMA10-TR250506-CSTB05.doc, 2006.
- [11] A. Gustafson, A. Genell, *Beräkning av vägtrafikbuller med CNOSSOS-EU, Nord2000 och Nord96 – En underlagsrapport, del 1 och 2*. Rapport för Kunskapscentrum om buller, Gärdhagen Akustik AB, 2022.
- [12] U. Sandberg, *Vehicle Categories for Description of Noise Sources*, Deliverable D08, Harmonoise, Work package 1.1, Document id HAR11TR-030108-VTI04, 2003-08-20.
- [13] Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on *Noise Exposure – Version 2*, European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), 2007-08-13.
- [14] K. Larsson, *Swedish input data for road traffic noise in CNOSSOS-EU*, Proceedings of BNAM 2021, Baltic Nordic Acoustics Meeting, Oslo, 3–5 maj 2021.
- [15] J. Kragh et al., *User's Guide Nord2000 Road*, AV 1171/06, DELTA, 2006.
- [16] Støjkortlægning og støjhandlingsplaner, Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4, Danmark, 2006.
- [17] *Vägtrafikbuller – Nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996*. Rapport 4653. Naturvårdsverkets förlag, 1996.
- [18] A. Gustafson, A. Genell, M. Ögren, *NORD2000 – Användarhandledning för beräkning av buller från väg- och spårtrafik för svenskt bruk*, Kunskapscentrum om Buller, 2024.
- [19] M. Ögren, A. Genell, T. Jerson, P. Torstensson, A. Gustafson, *Svenska indata för beräkning av buller från spårburen trafik enligt EU Direktiv 2015/966 (Cnossos-EU)*, VMC rapport, 2021-06-04.
- [20] B. Plovsing, *Praktisk anvendelse af Nord2000 til støjberegninger*, Orientering nr 39, Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger, DELTA, 2008.
- [21] *Buller från spårburen trafik – Nordisk beräkningsmodell*. Rapport 4935. Naturvårdsverkets förlag, 1998.
- [22] A. Genell, T. Jerson, M. Ögren, *Mätserie 3 – Analys av mätresultatet från tågpassager genom spårväxlar, genom snäva ciklärkurvor och över spårbroar*, Kunskapscentrum om Buller, 2022.
- [23] EN 17936:2024, *Railway applications - Acoustics - Measurement of source terms for environmental noise calculations*, oktober 2024.
- [24] J. Kragh et al., *Håndbog Nord2000 – Beregning af vejstøj i Danmark*, Rapport 434 – 2013, Vejdirektoratet, uppdaterad 2020.

- [25] DIN 45687-1 Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 1: Quality requirements and quality assurance, Annex C.
- [26] User manual, SoundPLAN 9.1, SoundPLAN GmbH, mars 2025.
- [27] CadnaA – Reference, online documentation version 2025, DataKustik GmbH,
https://doku.datakustik.com/CadnaA/en_Referenz/
- [28] *Produktbeskrivning: Topografi 10 Nedladdning, vektor*. Dokumentversion 1.9, Lantmäteriet, 2023-02-01.
- [29] G. Dutilleux et al, *Road noise prediction 2: Noise propagation computation method including meteorological effects (NMPB 2008)*. Sêtra, 2008.
- [30] M. Varedian, *Metodbeskrivning – Undersökningen av ÅDT*, Trafikverket, 2015.
- [31] www.transportstyrelsen.se.
- [32] K. Larsson and H. G. Jonasson, *Uppdaterade beräkningsmodeller för vägtrafikbuller*, SP Rapport 2015:72, 2015.
- [33] A. Genell, A. Gustafson, *Korrekationer för vägbeläggningar – Uppdaterade korrekationer för olika svenska vägbeläggningar för användning i Nord2000*. Kunskapscentrum om buller, 2024.
- [34] P. Grönvall, *Undersökning av däcktyp och biltyp i Sverige vintern 2024 (januari–mars)*, Publikationsnummer 2024:153, Trafikverket, 2024.
- [35] wikipedia.se, Lokal_Profil, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons
- [36] *Befolkningsstatistik per km-ruta (1x1 km)*, Statistikmyndigheten SCB,
<https://geotorget.lantmateriet.se/geodataprodukter>
- [37] A. Gustafson, *Antal boende över/under en viss ljudnivå – Två algoritmer för utvärdering av resultat från bullerkartläggning*, rapport R2016032A, Gärdhagen Akustik, 2016
- [38] *Åtgärdsprogram för minskning av skadliga partiklar (PM10) i Visby*, Rapport 2019-09-23, Ärendenr MBNV 2019-2745 (MHN 2015/434), Miljö- och Byggnämnden, Region Gotland.

Bilaga 1. CNOSSOS-EU:s kvalitetsramverk (endast information)

CNOSSOS-EU anger följande kvalitetsriktlinjer för användande av indata (citaten är hämtade från [1]):

- Högst ± 2 dBA onoggrannhet för emissionsdata, per ingångsparameter. CNOSSOS-EU uppger inte vilken täckningsgrad som avses, tills vidare antas att det är 1σ .

“All input values affecting the emission level of a source shall be determined with at least the accuracy corresponding to an uncertainty of $\pm 2\text{dB(A)}$ in the emission level of the source (leaving all other parameters unchanged).”

- Schablonvärden bör undvikas, men får användas när det är nödvändigt för att undvika orimliga kostnader.

“In the application of the method, the input data shall reflect the actual usage. In general there shall be no reliance on default input values or assumptions. Default input values and assumptions are accepted if the collection of real data is associated with disproportionately high costs.”

Bilaga 2. Väderlek (endast information)

B2.1. Refraktion

CNOSSOS-EU väger in refraktion genom att alltid göra två beräkningar, en med neutral ljudutbredning och en med gynnsam ljudutbredning, där ljudhastighetsgradienten för den gynnsamma ljudutbredningen är förutbestämd i beräkningsmetoden. Meteorologisk statistik beaktas genom att, separat för dag, kväll och natt, beräkna ett viktat energimedelvärde av dessa två resultat som

$$L_{eq} = 10 \cdot \log_{10}(p_f \cdot 10^{0,1 \cdot L_{eq,gynnsam}} + (1 - p_f) \cdot 10^{0,1 \cdot L_{eq,neutral}})$$

där viktningsfaktorn p_f anger procentuell förekomst av gynnsam ljudutbredning under ett år. p_f bestäms utifrån meteorologiska observationer [29].

Eventuellt kommer denna anvisning kompletteras med p_f -statistik för olika regioner, som är avsedd att användas vid strategisk kartläggning. När bättre data saknas används generellt följande schablonvärden (även i städer), som bedöms leda till konservativa²⁸ ljudnivåer (angivna värden gäller för alla väderstreck):

- dag 06–18: $p_f = 50\%$,
- kväll 18–22: $p_f = 75\%$, respektive
- natt 22–06: $p_f = 100\%$.

B2.2. Luftabsorption

Tillskottsdämpningen från luftabsorption (egentligen atmosfärisk absorption) ökar linjärt med avståndet. På korta avstånd är den försumbart låg, men på långa avstånd kan den vara en betydande faktor, särskilt vid högre frekvenser. Luftabsorptionen beror av relativ luftfuktighet, temperatur och atmosfärstryck, men beroendet av atmosfärstrycket är svagt. CNOSSOS-EU beräknar luftabsorptionen i enlighet med ISO 9613–1.

²⁸ Se [11], del 2.

Absorptionen kan variera betydligt mellan olika årstider, och varierar också mellan olika platser. Vid strategisk kartläggning beräknas L_{den} som ett årsmedelvärde varför dagar med låg luftabsorption och högre ljudnivå kommer dominera ekvivalentnivån.

De värden som rekommenderas för att representera ett årsmedelvärde över hela landet är:

- lufttemperatur $t = 15\text{ °C}$ (ej att förväxla med den temperatur som används för korrektion av vägemission),
- relativ luftfuktighet $RH = 70\%$, och
- lufttryck $p = 1013\text{ hPa}$.

Under dessa förhållanden är luftabsorptionen låg och beräknade ljudnivåer blir normalt snarare konservativt höga än för låga.

Bilaga 3. Vägtrafik (endast information)

B3.1. Fordonskategorier i CNOSSOS-EU

CNOSSOS-EU delar in fordon i fem huvudkategorier, se Tabell 13. Kategori 1, 2 och 3 omfattar lätta, medeltunga respektive tunga²⁹ fordon, kategori fyra innehåller mopeder och motorcyklar, och den femte kategorin är en tom kategori som finns med för eventuella framtida nya typer av fordon.

Tills vidare får tvåhjulningar ingå i kategori 1 vid strategisk kartläggning.

Category	Name	Description	Vehicle category in EC Whole Vehicle Type Approval ⁽¹⁾
1	Light motor vehicles	Passenger cars, delivery vans $\leq 3,5$ tons, SUVs ⁽²⁾ , MPVs ⁽³⁾ including trailers and caravans	M1 and N1
2	Medium heavy vehicles	Medium heavy vehicles, delivery vans $> 3,5$ tons, buses, motorhomes, etc. with two axles and twin tyre mounting on rear axle	M2, M3 and N2, N3
3	Heavy vehicles	Heavy duty vehicles, touring cars, buses, with three or more axles	M2 and N2 with trailer, M3 and N3
4	Powered two-wheelers	4a Two-, Three- and Four-wheel Mopeds	L1, L2, L6
		4b Motorcycles with and without sidecars, Tricycles and Quadricycles	L3, L4, L5, L7
5	Open category	To be defined according to future needs	N/A

⁽¹⁾ Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council of 5 September 2007 establishing a framework for the approval of motor vehicles and their trailers, and of systems, components and separate technical units intended for such vehicles (OJ L 263, 9.10.2007, p. 1).

⁽²⁾ Sport Utility Vehicles.

⁽³⁾ Multi-Purpose Vehicles.

Tabell 13. Definition av fordonskategorier enligt CNOSSOS-EU [1]. M och N avser motorfordon med minst fyra hjul, där kategori M används för transport av passagerare och N för transport av gods. M2: 3501–5000 kg. M3: >5000 kg. N2: 3501–12000 kg. N3: >12000 kg.

²⁹ Omnämns i Trafikverkets Vägtrafikflödeskarta och motsvarande som mycket tunga fordon.

B3.2. Översättning av fordonsklasser i Tindra till kategorier i CNOSSOS-EU

Vid Trafikverkets trafikräkningar delas fordonen in i sex klasser enligt Tabell 14. En jämförelse ger att fordonskategori 1–3 i CNOSSOS-EU kan identifieras med klasserna i Tindra enligt Tabell 15.

Använd förkortning	Benämning	Kommentar
PU	Personbilar utan släp	Här ingår även MC
PS	Personbilar med släp	
LUL	Lastbilar utan släp, lätt	Tvåaxliga lastbilar utan släp, även dessa tunga lastbilar enligt fordonsregistret
LUT	Lastbilar utan släp, tung	Treaxliga lastbilar utan släp
LSL	Lastbilar med släp, lätt	
LST	Lastbilar med släp, tung	

Tabell 14. Fordonsklasser som lagras i Tindra från trafikräkningar. Från [30].

Fordonskategori i CNOSSOS-EU	Fordonsklass i Tindra
1	PU, PS
2	LUL
3	LSL, LUT, LST

Tabell 15. Identifiering av fordonskategori 1–3 i CNOSSOS-EU med hjälp av fordonsklasserna i Tindra vid strategisk bullerkartläggning.

B3.3. Skattning av fördelning mellan fordonskategorier för statliga vägar

Om uppgifter om fördelning över fordonskategori 1–3 saknas kan en skattning göras baserat på trafikmängdsuppgifterna *ÅDT total*, *ÅDT lastbilar* och *ÅDT axelpar*, som finns i NVDB (Nationell vägdatas). Kompletterande information om dygnsfördelning hämtas från Tabell 7.

Antalet axlar hos kategori 3 ges ett antaget ingångsvärde. Om bättre underlag saknas kan kategori 3 antas ha 6 axlar på E-vägar och motsvarande större vägar utanför städer, samt utpräglade genomfartsleder i städer med en hög andel långtradare, medan övrig kategori 3-trafik kan antas ha 4 axlar.

Beräkningsgången är:

1. $\text{ÅDT kategori 1} = \text{ÅDT total} - \text{ÅDT lastbilar}$
2. $\text{ÅDT axelpar lastbilar} = \text{ÅDT axelpar} - \text{ÅDT kategori 1}$
3. $\text{ÅDT kategori 2} = a \cdot (b \cdot \text{ÅDT lastbilar} + c \cdot \text{ÅDT axelpar lastbilar})$
Om < 0 sätts $\text{ÅDT kategori 2} = 0$
4. $\text{ÅDT kategori 3} = \text{ÅDT lastbilar} - \text{ÅDT kategori 2}$

Koefficienterna a , b och c väljs enligt Tabell 16. En härledning samt koefficienter för fler ingångsvärden på antal axlar ges i [11].

Antal axlar kategori 3	a	b	c
4	1	2	-1
6	1/2	3	-1

Tabell 16. Koefficienter för skattning av fördelning av tunga fordon mellan kategori 2 och 3 enligt beräkningsgång ovan.

B3.4. Hastighet

Skyltad hastighet i kombination med högsta tillåten hastighet för fordonskategori 2 och 3 är tills vidare utgångspunkt för indata vid strategiska bullerkartläggningar.

Högsta tillåten hastighet för tunga bussar (fordonsklass M2 och M3) är 90 km/h om passagerarna inte har bälte, respektive 100 km/h om passagerarna har bälte. För tunga lastbilar (N2 och N3) är högsta tillåten hastighet 80 km/h, med undantag för motortrafikled och motorväg där högsta tillåtna hastighet för tunga lastbilar utan släp är 90 km/h [31].

Om lastbilarna är betydligt fler till antalet än bussarna kan följande hastighetsuppgifter användas:

- Hastighet kategori 1 = skyltad hastighet.
- hastighet kategori 2 = skyltad hastighet men inte högre än 80 km/h, med undantag för motorväg och motortrafikled där högsta hastighet begränsas till 90 km/h, samt
- hastighet kategori 3 = skyltad hastighet men inte högre än 80 km/h.

B3.5. Trafikmängd

En alternativ metod för att skatta trafik på gator som saknar uppgift om trafikmängd är att identifiera ett antal olika typer av exempelgator där trafikmätningar görs, och sedan extrapolera uppmätta trafikmängder till andra gator av samma typ [13].

För mindre gator kan det också fungera att göra en skattning av trafikmängd utifrån det antal hushåll som vägarna ombesörjer: $\text{ÅDT} = 5 \cdot \text{antal hushåll}$.

B3.6. Emissionsdata i CNOSSOS-EU

I samband med den revidering av CNOSSOS-EU som publicerades 2020 [2] uppdaterades vägfordonens koefficienter för rullnings- och framdrivningsbuller. De uppdaterade värdena redovisas i Tabell 17.

Category	Coefficient	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	A_R	83,1	89,2	87,7	93,1	100,1	96,7	86,8	76,2
	B_R	30,0	41,5	38,9	25,7	32,5	37,2	39,0	40,0
	A_P	97,9	92,5	90,7	87,2	84,7	88,0	84,4	77,1
	B_P	-1,3	7,2	7,7	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
2	A_R	88,7	93,2	95,7	100,9	101,7	95,1	87,8	83,6
	B_R	30,0	35,8	32,6	23,8	30,1	36,2	38,3	40,1
	A_P	105,5	100,2	100,5	98,7	101,0	97,8	91,2	85,0
	B_P	-1,9	4,7	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
3	A_R	91,7	96,2	98,2	104,9	105,1	98,5	91,1	85,6
	B_R	30,0	33,5	31,3	25,4	31,8	37,1	38,6	40,6
	A_P	108,8	104,2	103,5	102,9	102,6	98,5	93,8	87,5
	B_P	0,0	3,0	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4a	A_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	A_P	93,0	93,0	93,5	95,3	97,2	100,4	95,8	90,9
	B_P	4,2	7,4	9,8	11,6	15,7	18,9	20,3	20,6
4b	A_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	A_P	99,9	101,9	96,7	94,4	95,2	94,7	92,1	88,6
	B_P	3,2	5,9	11,9	11,6	11,5	12,6	11,1	12,0
5	A_R								
	B_R								
	A_P								
	B_P								

Tabell 17. Koefficienter för rullnings- och framdrivningsbuller enligt CNOSSOS-EU reviderad 2020, från [14].

B3.7. Svenska emissionsdata till ursprungsversionen av CNOSSOS-EU

Svenska emissionskorrektioner för den första utgåvan av CNOSSOS-EU redovisas som vägytekorrektioner för ABS 16 i Tabell 18. Notera att korrektionerna alltså endast kan användas tillsammans med de koefficienter för rullnings- och framdrivningsbuller som redovisas i tabell F1 i ursprungsversionen av CNOSSOS-EU (direktiv 2015/996 [1]).

Fordonskategori, m	α_m 63 Hz	α_m 125 Hz	α_m 250 Hz	α_m 500 Hz	α_m 1 kHz	α_m 2 kHz	α_m 4 kHz	α_m 8 kHz	β_m
1	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	4,2
2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,4
3	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	8,1

Tabell 18. CNOSSOS-EU vägytekorrektioner svarande mot svenska fordon på svenska vägar med SMA 16 vägyta [11][32]. Gäller endast tillsammans med de emissionsdata som redovisas i [1].

B3.8. Vägytor

För vägbeläggningar av typen ABT (engelsk beteckning DAC) och ABS (engelsk beteckning SMA) med stenstorlekar 8–16 mm kan en frekvensoberoende vägytekorrektion beräknas som

$$\Delta L_{\text{Road}} = RS + 0,25(CS - 11) \text{ dB}$$

där RS (road surface) är -0,15 dB för ABT-vägyta och +0,05 dB för ABS-vägyta, och CS är maximal stenstorlek (chip size) i millimeter [33].

I danska utredningar med Nord2000 används ofta årsmedelvärden av vägytekorrektioner, vilka inkluderar effekten av att temperatur och förekomst av våt vägbana varierar över året. Notera att dessa korrektioner inte är anpassade för direkt användning vid strategisk kartläggning med CNOSSOS-EU, dels för att

temperaturkorrektioner även görs i CNOSSOS-EU, dels för att CNOSSOS-EU inte omfattar korrektion för våt vägbanan.

B3.9. Lufttemperatur (för korrektion däck-vägbanebuller)

CNOSSOS-EU föreskriver att vägemission ska korrigeras för temperatur ifall lufttemperaturens³⁰ årsmedelvärde avviker från vägytekorrektionens referenstemperatur (normalt 20 °C). Korrektionen beräknas enligt

$$\Delta L_{W,temp,m}(\tau) = K_m(\tau_{ref} - \tau)$$

där τ_{ref} och τ är referens- respektive aktuell lufttemperatur, och m avser fordonskategori 1, 2 eller 3.

Följande generella koefficienter ska användas: för lätta fordon (kategori 1), $K_{m=1} = 0,08 \text{ dB/}^\circ\text{C}$, och för tunga fordon (kategori 2 och 3), $K_{m=2} = K_{m=3} = 0,04 \text{ dB/}^\circ\text{C}$. Korrektionen gäller samtliga oktavband 63–8000 Hz.

Årsmedeltemperaturen i Sverige varierar från +9 °C längst i söder till –2 °C i norr, se Figur 5. Relativt kvalitetskravet att en ingångsparameter inte ska påverka emissionen mer än ±2 dB är det egentligen tillräckligt att ansätta en temperatur att representera hela Sverige, förslagsvis +4 °C. Så länge det inte påverkar kostnaderna för utredningen föreslås dock att strategisk kartläggning använder följande förenklade fördelning av temperaturer som begränsar avvikelserna till ca ±3 °C:

- Värmland, Västmanland, Gästrikland samt alla landskap söder därom använder temperaturen +6 °C,
- Lappland använder temperaturen 0 °C, och
- övriga landskap använder temperaturen +3 °C.

B3.10. Dubbdäck

I Sverige är det tillåtet att ha dubbdäck 1 oktober – 15 april. Under perioden 1 december – 1 mars ska alla fordon ha vinterdäck eller likvärdig utrustning om det är vinterväglag. Vinterdäck kan vara dubbade eller dubbfria. Dubbdäck avger generellt sett mer buller än odubbade däck, i första hand vid högre frekvenser, vilket går att korrigera för i CNOSSOS-EU.

Relativt CNOSSOS-EU:s kvalitetskrav om ±2 dB kan korrektionen för dubbdäck försummas vid strategisk kartläggning, och det är frivilligt att använda den.

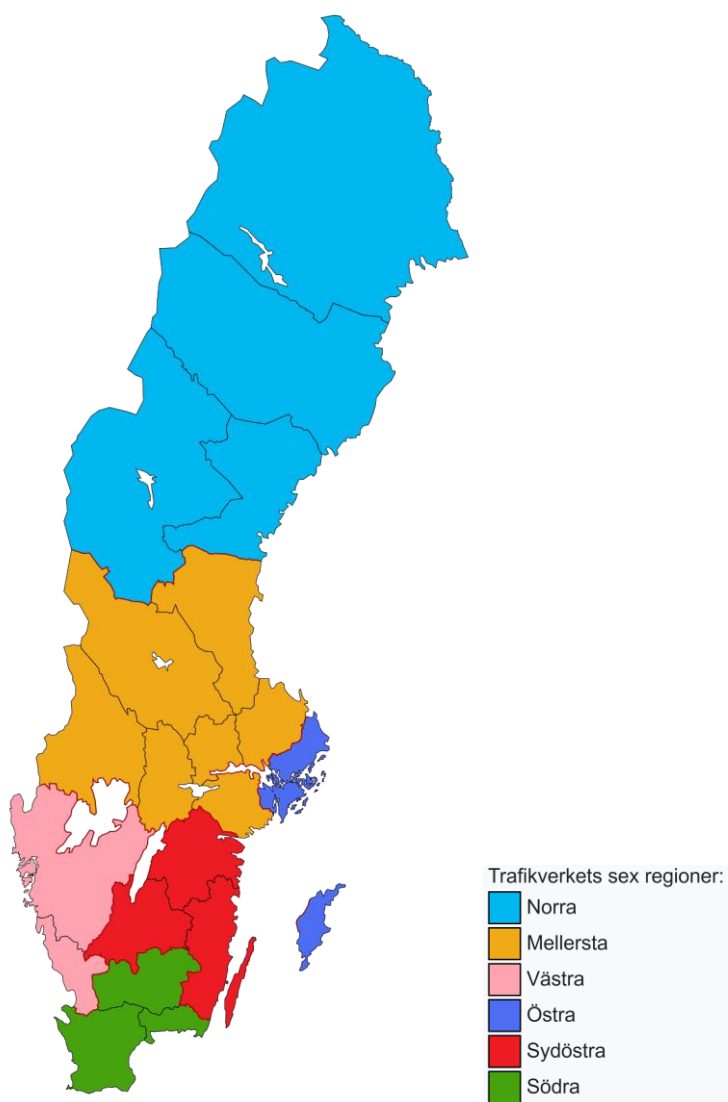
Som indata används andelen av samtliga lätta fordon som använder dubbade vinterdäck, $Q_{stud, ratio}$, samt antal månader per år som dubbdäck används, T_s .

För strategisk kartläggning kan T_s ansättas till fem månader och $Q_{stud, ratio}$ hämtas från Tabell 19. Om hanteringen av varierande $Q_{stud, ratio}$ riskerar att bli kostnadsdrivande, t ex vid strategisk kartläggning över många regioner, kan $Q_{stud, ratio}$ istället sättas till 50% för hela Sverige.

³⁰ Korrektionen görs för temperatur hos vägbanan/däck, men den temperatur som ska anges i CNOSSOS-EU är luftens temperatur.

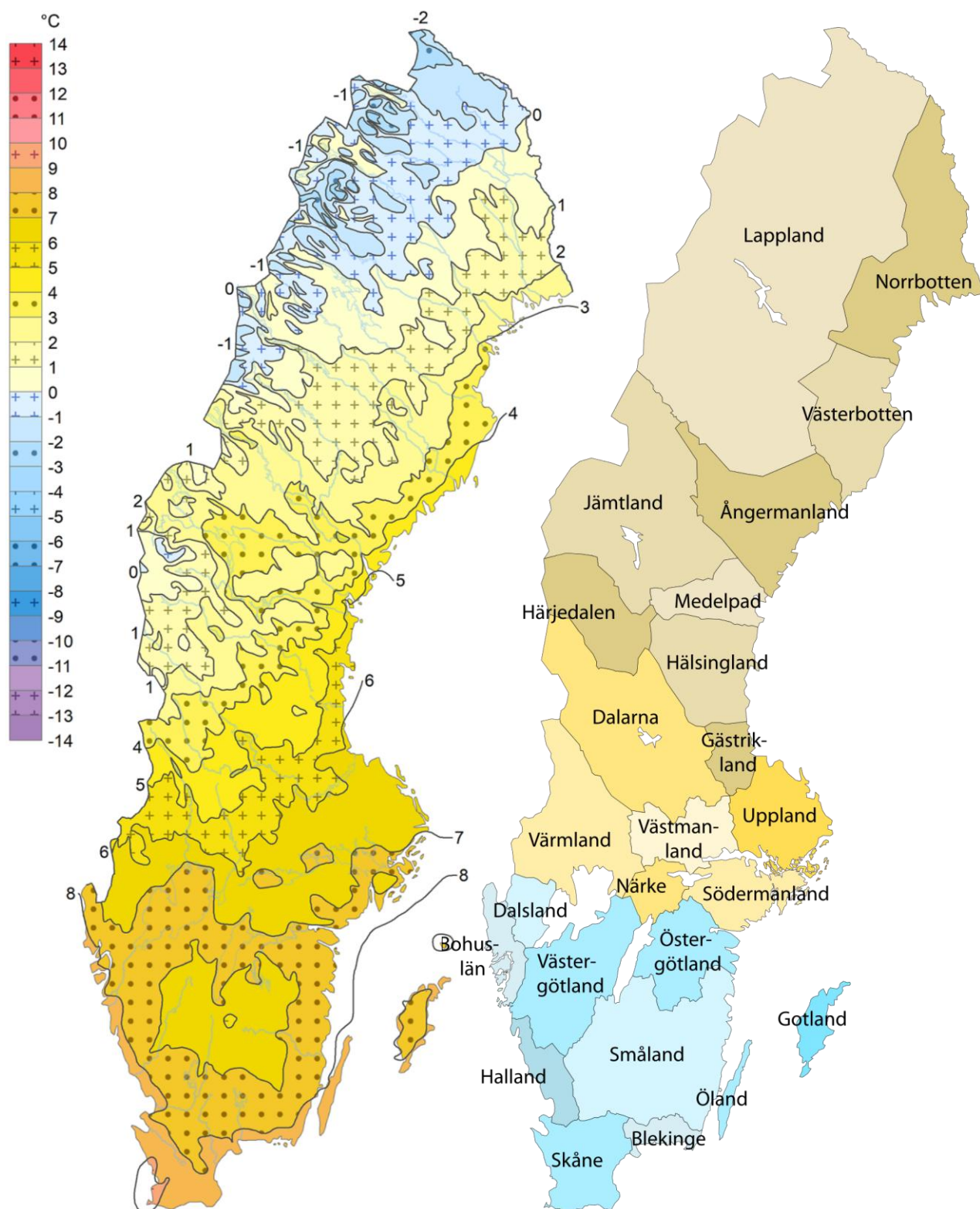
<i>Trafikverksregion</i>	<i>Andel lätta fordon med dubbdäck, $Q_{\text{stud, ratio}}$</i>
Syd	37%
Väst	52%
Öst	63%
Stockholm utom Gotland ³¹	40%
Gotland	78%
Mitt	88%
Norr	90%

Tabell 19. Uppmätt andel personbilar med dubbdäck, år 2024. Från [34].



Figur 4. Trafikverkets sex regioner (ny indelning sedan 1 januari 2024). Bild från wikipedia.se [35].

³¹ Gotland bedöms ha en högre andel lätta fordon med dubbdäck än vad som gäller för region Stockholm [38].



Figur 5. Till vänster, årsmedeltemperaturer för normalperioden 1991–2020 (från smhi.se) Till höger, Sveriges landskap (från wikipedia.se).

B3.11. Trafikljus / rondell

Vägbullerberäkningar förutsätter ett jämnt trafikflöde utan accelerationer och retardationer. Sådana hastighetsändringar förekommer dock exempelvis vid korsningar och rondeller, där fordon saktar in

när de närmar sig och accelererar när de lämnar. Däck/vägbanebullret minskar när fordonen saktar ned medan motorbullret ökar vid acceleration.

CNOSSOS-EU kan korrigera ljudemissionen vid korsningar med trafikljus och rondeller.

Frekvensoberoende korrigeringar görs av däck/vägyte- och motorbullrets ljudeffektnivåer inom 100 m avstånd, korrektionens storlek varierar linjärt med avståndet till korsningen/rondellen.

Korrektionen införs i beräkningsprogrammet genom att rondeller och korsningar med trafikljus identifieras och markeras. Ska detta göras i stor skala behöver arbetet kunna baseras helt på GIS-information, utan manuell handpåläggning.

Trafikverket förvaltar över GIS-information för statliga och kommunala vägar som eventuellt går att använda för identifikation, exempelvis *Cirkulationsplats* respektive *Korsning* i NVDB. Detta har dock inte undersökts och det kan inte uteslutas att hanteringen av korrektionerna snarare skulle kunna öka beräknade ljudnivåers onoggrannhet än tvärtom.

Till dess att mer erfarenhet av användningen byggts upp är därför utgångspunkten att korrektion för rondeller och trafikljus kan försummas vid strategisk kartläggning.

Bilaga 4. Övrigt

Kartläggningen ska i enlighet med direktivet visa situationen kalenderåret före det år som kartläggningen ska inrapporteras till kommissionen [6].

Från och med den 31 december 2021 ska kartläggning utföras med CNOSSOS-EU inklusive de beslutade revideringar av metoden som redovisas i [2].

Bilaga 5. Ändringslogg

Version 1.0 UTKAST, 2025-10-31: Sammanslagning av anvisningarna i SP Rapport 2010:77 [3] och de kompletterande anvisningarna från Kunskapscentrum om buller [4].