

Monetära nyttor för buller och luftföroreningar vid ett reducerat lastbilsflöde

En fallstudie av Helsingborg hamns lastbilar

Guang Wen Chung



**LUNDS
UNIVERSITET**
Lunds Tekniska Högskola

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet

Sammanfattning

I Helsingborg stad finns idag en önskan att använda mer hållbara transportmedel vid godstransporter. Staden har fem industrispår som används i liten utsträckning, mestadels av godstransportarbetet sker med lastbilar. I ett samråd med Helsingborgs stadskontor vill de ha svar på vad för nyttor gällande miljöeffekter det blir vid ett reducerat lastbilsflöde.

Syftet med denna studie är att studera buller och emissioner samt presentera dess monetära värde vid minskat lastbilsflöde till och från Helsingborgs hamn. För att uppnå detta syfte har två frågeställningar formulerats:

- Vilka värden uppmäts för bullernivåer och emissioner gällande dagens och ett scenario med reducerat lastbilsflöde?
- Vad för samhällsekonomiska nyttor finns till följd av reducerade nivåer på buller och luftföroreningar?

Denna studie har mestadels utförts genom att studera litteratur, bland annat från vetenskapliga artiklar, böcker och online hemsidor. Litteraturstudien har använts för att bredda kunskapen om miljöeffekterna buller och luftföroreningar samt hur dessa monetärt värderas. Utifrån litteraturen presenterades också nödvändig information till parametrar som har använts i beräkningar av resultaten. En litteraturstudie har tillämpats i alla situationer förutom vid framtagning av parametern *lastbilsflöde* i Helsingborgs hamn, då kompletterades litteraturstudien med en observationsstudie som gav resultatet 1741 fordon per dygn. Observationsstudien utfördes genom en manuell räkning av lastbilar för att matematiskt kunna beräkna ett värde för lastbilsflödet. Resultat för studien har presenterats genom att använda datorprogrammen Microsoft Excel och Buller Väg II. Datorprogrammet Buller Väg II hade inbyggda matematiska ekvationer, med hjälp av indata på bland annat *trafikflöde*, *väglutning*, *medelhastighet* etc. räknade programmet ut bullernivåer på en väg i Helsingborgs hamn. Beräkningar har även utförts i Microsoft Excel för att visa resultat på utsläppsmängder, monetära värden (buller och luftföroreningar) och monetär nytta (buller och luftföroreningar) av reducerat lastbilsflöde.

Slutsatserna för studien blev:

- Riktvärden från förordning (2015:216) uppfylls då dagens lastbilstrafikflöde används med mottagaravståndet 100 meter. Förordningen följs också när lastbilsflödet reduceras med 50 procent då bostäderna byggs samma mottagaravstånd som för dagens trafikflöde.
- Det finns högst procentuell monetär nytta när lastbilsflödet reduceras med 50 procent från dagens lastbilsflöde och samtidigt har mottagaravståndet 100 meter från väg Oljehamnsleden.

- Utsläppsmängderna för olika luftföroreningar förändras proportionerligt med trafikmängden, detta innebär att om lastbilsflödet halveras så halveras också utsläppsmängderna.
- För en körsträcka i Helsingborgs kommun är lokala och globala effekter mest påtagliga. Utsläppsämnen som har högst bidragande monetär nytta är partiklar, kväveoxider och koldioxid. Konsekvenserna blir då mindre hälsopåverkan, försurning av olika miljöer samt minskad global uppvärmning som är i linje med miljömålet Begränsad klimatpåverkan.

Nyckelord: buller, luftföroreningar, trafikvolym samt samhällsekonomiska beräkningar för miljöeffekter

Summary

In Helsingborg city, there is today a desire to use more sustainable options of freight transport. The city has five industrial tracks that are used to a small extent, most of the freight transport are done by trucks. In consultation with the City of Helsingborg, they wanted answers to what the benefits of environmental effects a reduced truck flow contributed to.

The purpose of this essay is to study noise pollution, emissions from trucks and to present its monetary value in case of reduced truck flow to and from the port of Helsingborg. In order to achieve this goal, two question have been presented:

- How high or low are the noise levels and emissions regarding currently and in scenario with reduced truck flow?
- What kind of socio-economic benefits are here due to reduced levels of noise and air pollution?

This study has mostly been carried out by studying literature, including scientific articles, books and online websites. The literature study has been used to broaden the knowledge about the environmental effects of noise and air pollution and how these are monetarily valued. From the literature study necessary information was presented to parameters, in calculating the results. A literature study has been applied in all situations except for the determination of *truck flow* parameter in the port of Helsingborg, whereby the literature study was replaced with an observational study. The observational study was performed by a manual counting of trucks in order to mathematically calculate a value for the truck flow. The truck flow parameter was calculated to 1741 vehicles per day. The results in this study has been presented by the computer programs Buller Väg II and Microsoft Excel. Buller Väg II's computer program had built-in mathematical equations, using input data on *traffic flow*, *road inclination*, *average speed*, etc., the program calculated noise levels on a road in the port of Helsingborg. Calculations have also been performed in Microsoft Excel to show results on emissions, monetary values (noise and air pollution) and monetary benefits (noise and air pollution) of reduced truck flow.

The conclusions for the study were:

- Guidelines from regulation (2015:216) are fulfilled when today's truck traffic flow is used with the receiver distance 100 meters. The regulation is also followed when truck traffic is reduced by 50 percent at the same receiver distance as today's truck flow when housing is to be built.
- There is a maximum percentage of monetary benefit when truck flow is reduced by 50 percent from today's truck flow with the recipient distance 100 meters from road Oljehamnsleden.

- The emission amounts for various air pollutants change proportionally to the traffic volume, which means that if the truck flow is halved, the emission amounts are also halved.
- For a mileage in the municipality of Helsingborg, local and global effects are most evident. The emission substances that have the highest contributing monetary benefit are particles, nitrogen oxides and carbon dioxide. The consequences will then be less health impacts, acidification of different environments and reduced global warming that is in line with the environmental objective Begränsad klimatpåverkan.

Keywords: noise pollution, traffic volumes, air pollution and socio-economic calculations for environmental effects

Förord

Denna rapport är tillägnad åt min far Ching Yuan Chung

Denna studien har gjorts åt Helsingborgs stad med samarbetsorganisationen Miljöbron Skåne.

Jag som har skrivit denna studie har gått högskoleutbildningen *Byggteknik i väg- och trafikteknik* på Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg. Rapporten är den sista uppgiften för denna treåriga utbildning med syfte att utveckla och visa kunskap samt förmåga i att självständigt arbeta som högskoleingenjör.

Jag tackar min handledare Lena Hiselius för sin kunskap, positiva inställning och snabba svar som indirekt har stärkt mina tankebanor för att bli en bättre problemlösare. Jag riktar också ett tack till min handledare på Helsingborg stad, Simon Randahl som bidragit med nyttig information.

Andra personer som jag vill tacka är Petra Ahlström på Trivector som tog sin tid att guida mig i bullerberäkningsprogrammet *Buller Väg II* samt Henric Halvorsen på Helsingborgs hamn för information gällande hamnverksamheten. Även ett tack går till Madeleine Brask på Miljöbron som introducerade denna uppgiften.

Slutligen skickar jag varma hälsningar och ett tack till mina vänner och familj som både korrekturläst och hjälpt mig utveckla denna rapport.

Lund, maj 2020

Guangyuan Chung

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1 INLEDNING | 1 |
| 1.1 BAKGRUND..... | 1 |
| 1.2 SYFTE..... | 1 |
| 1.3 FRÅGESTÄLLNINGAR..... | 2 |
| 1.4 AVGRÄNSNINGAR | 2 |
| 2 METOD | 2 |
| 3 LITTERATURSTUDIE | 4 |
| 3.1 VAD MENAS MED MILJÖEFFEKTER? | 4 |
| 3.2 BULLER FRÅN LASTBILAR | 4 |
| 3.2.1 Buller | 4 |
| 3.2.2 Samhällsproblemet av trafikbuller..... | 4 |
| 3.2.3 Buller vid lastbilsanvändning | 5 |
| 3.2.4 Bullerspridning i miljön | 5 |
| 3.2.5 Metoder för att fastställa bullernivåer | 5 |
| 3.2.7 Riktvärden för buller | 6 |
| 3.2.8 Åtgärdsval mot buller | 7 |
| 3.3 EMISSIONER FRÅN LASTBILAR | 8 |
| 3.3.1 Luftföroreningar | 8 |
| 3.3.2 Samhällsproblem med luftföroreningar | 8 |
| 3.3.3 Luftföroreningar vid lastbilsanvändning..... | 9 |
| 3.3.4 Spridning av luftföroreningar..... | 12 |
| 3.3.5 En metod för att fastställa luftföroreningars bidrag i utsläppsmängder | 12 |
| 3.3.6 Effekter av luftföroreningar på hälsan för människor | 12 |
| 3.3.7 Lagar och regler gällande emissioner | 14 |
| 3.3.8 Åtgärdsval mot luftföroreningar | 16 |
| 3.4 REDUCERING AV TRAFIKFLÖDE | 18 |
| 3.5 EKONOMISKA VÄRDERINGSMETODER | 18 |
| 3.5.1 Monetärvärdering av bullereffekter..... | 18 |
| 3.5.2 Monetärvärdering av luftföroreningar | 19 |
| 4 HELSINGBORGS HAMN | 22 |
| 4.1 HELSINGBORGS STAD | 22 |
| 4.2 HELSINGBORGS HAMNOMRÅDE | 23 |
| 4.2 BULLER I HAMNOMRÅDET..... | 24 |
| 4.3 LUFTFÖRORENINGAR I HAMNOMRÅDET | 24 |
| 4.4 ETT FIKTIVT SCENARIO I HELSINGBORGS HAMN | 25 |
| 4.5 INFORMATION TILL BULLER- OCH LUFTFÖRORENINGSBERÄKNINGAR | 26 |
| 4.5.1 BULLER VÄG II OCH BULLERPARAMETRAR | 26 |
| 4.5.2 PARAMETERINFORMATION FÖR BERÄKNING AV EMISSIONSMÄNGDER | 28 |
| 4.5.2.1 Litteraturstudie | 29 |
| 4.5.2.2 Observationsstudie..... | 30 |
| 4.5.3 PARAMETERINFORMATION FÖR MONETÄRVÄRDERING AV BULLER OCH EMISSIONER | 31 |
| 5 RESULTAT | 33 |
| 5.1 BULLERNIVÅER, MONETÄRA VÄRDEN OCH MONETÄR NYTTA I HAMNEN | 33 |
| 5.2 UTSLÄPPSMÄNGDER, MONETÄRA VÄRDEN OCH MONETÄR NYTTA FÖR EFFEKTER PÅ LOKAL NIVÅ | 34 |
| 5.3 UTSLÄPPSMÄNGDER, MONETÄRA VÄRDEN OCH MONETÄRA NYTTOR FÖR EFFEKTER PÅ GLOBAL- OCH REGIONAL NIVÅ | 38 |
| 5.4 KÄNSLIGHETSANALYS FÖR BULLER VÄG II..... | 41 |
| 6 DISKUSSION OCH SLUTSATS | 43 |
| 7 REFERENSER | 45 |

| | |
|------------------------|-----------|
| 8 BILAGOR | 51 |
| BILAGA 1 | 51 |
| BILAGA 2 | 52 |
| BILAGA 3 | 53 |
| BILAGA 4 | 54 |
| BILAGA 5 | 56 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Världen går idag mot stora förändringar, där inte minst transportsektorn håller på att ställa om till mer hållbara transportmedel. En vision för år 2035 har presenterats för Helsingborgs stad, visionen har siktet inställt på att staden ska vara en skapande, pulserande, gemensam, global och balanserad plats för både människor och företag. Staden blivit utnämnd till Sveriges miljöbästa kommun tre år i rad vilket ligger i linje med visionen för år 2035.

Helsingborg stad vill fortsätta arbetet med långsiktig hållbarhet genom att rikta fokus på vägtransporter. I en rapport från Sundin (2017) har det i Sverige de senaste fem åren skett en ökning av godstransport på väg, det har stigit från 39 procent till 43 procent medan godstransport på järnväg har sjunkit från 24 procent till 21 procent.

I Helsingborgs översiktsplan 2010 (ÖP 10) finns uppmaningen att verksamhetsområden ska använda transportsystemets vägar och järnvägar som främjar hållbara transportmedel (Helsingborg stad, 2010). I staden finns fem stycken spårområden även känt som industrispår, dessa industrispår kallas för Södra industrispåret, Vångagärdet, Olympiaden, Ättekulla och Långeberga. Industrispåren är funktionella i det syftet att godstransport kan ske med tåg.

En majoritet av industrispåren befinner sig i områden där mycket verksamheter bedrivs. Vid transporter av gods, till och från företag används lastbilar i stor utsträckning. Detta är inte långsiktigt hållbart på grund av dess omfattande miljöpåverkan. Med tanke på att Helsingborg stad vill främja mer hållbara transportalternativ, finns önskan om att försöka flytta över transport med lastbilar till att utnyttja mer tågtransport.

En fråga som har uppstått inom stadens miljöarbete är vad effekterna blir av minskad lastbilsanvändning och vad detta ger för monetärt värde. Miljöeffekterna buller och luftföroreningar har varit av intresse då lastbilar har en tendens att bidra med olika samhällsproblem.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att studera buller och emissioner och presentera dess monetära värde vid minskat lastbilsflöde till och från Helsingborgs hamn. Målet är att presentera en översikt av monetära nyttor när lastbilstrafik reduceras för ett område Helsingborg stad.

1.3 Frågeställningar

- Vilka värden uppmäts för bullernivåer och emissioner gällande dagens och ett scenario med reducerat lastbilsflöde?
- Vad för samhällsekonomiska nyttor finns till följd av reducerade nivåer på buller och luftföroreningar?

1.4 Avgränsningar

Studien fokuserar endast på miljöeffekterna buller och emissioner från lastbilstrafik. Begränsningen till att endast studera två miljöeffekter har gjorts i det syfte att det finns mycket litteratur respektive effekt samt att dessa var av intresse i Helsingborg stad.

Värden och ekvationer till beräkningar har valts utifrån vad som ansetts vara relevanta och möjliga att få tag i för respektive miljöeffekt. Anledningen till detta är att det inte kräver lika lång tid vilket gör att detta arbetet blir klart inom utsatt tidsram.

2 Metod

Först utfördes en litteraturstudie för att få en bredare uppfattning av miljöeffekter och dess monetära värden samtidigt som det även var värdefullt att utforska relevant arbetsmaterial. Litteraturen som har studerats hittades genom att utgå från centrala begrepp, exempelvis bullers effekter på hälsan, vad som menas med ordet luftföroreningar, hur man samhällsekonomiskt värderar miljöeffekter etc. Sökningarna har skett genom att använda Google Search, Google Scholar och LuB Search men på grund deras extremt många sökträffar på respektive sökord beslutades det att sortera bort texter som inte hörde till exempelvis huvuddokument om sökordet. Ett huvuddokument var Trafikverkets rapport ”*Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn*” som användes för den monetära värderingen. I detta dokument fanns centrala begrepp som kunde kopplas till bland annat miljöeffekter och monetär värdering, men för att bygga ytterligare kunskap gjordes sökningar omkring dessa ord. Hela studien är uppbyggd genom att använda samma sökmotod, man hittar en källa med begrepp som kan tänkas vara användbara och sedan undersöks informationen ytterligare via sökmotorer för att utveckla resonemang och slutsatser.

I fallstudien användes metoderna av litteratur- och observationsstudie. Med hjälp av litteraturstudien presenterades företaget Helsingborgs hamn AB. För detta företag användes litteraturstudien till att identifiera var lastbilar kan tänka sig köra mest någonstans samt att få en uppfattning av hur verksamheten fungerar. Utifrån litteraturstudien utfördes kvalificerade antaganden för parametern *transportsträcka* hos lastbilar men också på parametern *väglutning* vid bullerberäkning. I kombination med litteraturstudien utfördes också en observationsstudie.

Denna observationsstudie utfördes 20 april 2020, där mätningarna utfördes 20 minuter varje timme i totalt 10 timmar (från 7:00 till 16.00) med manuellt räknande av lastbilar för två körfält på väg Oljehamnsleden i Helsingborg. Detta lastbilsflöde hade sitt ursprung från väg Massgodsleden 4 där en centralgate för in- och ut passage är lokaliserad med uppskattningsvis högst lastbilsflöde i hamnen. Observationsstudien samlade in data för antalet lastbilar som kör till och från hamnen, typ av lastbil och om lastbilarna hade eller inte hade släp. Summan av både litteratur- och observationsstudien gav information till beräkningar av bullernivåer och utsläppsmängder. Beräkningarna utfördes med datorprogrammen Buller Väg II och Microsoft Excel. När värden på bullernivå och utsläppsmängd av luftföroreningar var beräknade studerades dess monetära värden. Denna monetära värdering utfördes genom en litteraturgenomgång av Trafikverkets rapport (2018) *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn 6.1* och användning av sökmotorn Google Search. Vid beräkningar för den monetära värderingen används datorprogrammet Microsoft Excel. Med hjälp av ett fiktivt scenario inhämtades parameterinformation för bullerberäkning. Till sist redovisades monetära värden och nyttor vid en trafikreducering samt slutsatser av dessa resultat.

3 Litteraturstudie

3.1 Vad menas med miljöeffekter?

Miljöeffekter förklaras enligt kapitel 6, Miljöbedömningar §2 i Miljöbalken (SFS 1998:808). Miljöbalken beskriver miljöeffekter som direkta eller indirekta effekter, dessa effekter kan antingen vara positiva eller negativa, tillfälliga eller bestående, kumulativa eller inte kumulativa. Miljöeffekterna uppstår på kort, medellång eller lång sikt på olika delar i miljön där bland annat befolkning, människors hälsa, mark, jord och vatten kan drabbas. Lastbilar bidrar med exempelvis miljöeffekterna buller och emissioner av luftföroreningar. Enligt TRAST "Underlag till handbok" (2015) bedöms dessa miljöeffekter utgöra stora problem på området hälso- och attraktivitet i städer.

3.2 Buller från lastbilar

3.2.1 Buller

I VGU *Begrepp och grundvärden* (Trafikverket, 2020a) definieras buller som oönskat ljud. Det oönskade ljudet har sin grund i ljudstyrkan vilket kommer från någon ljudkälla. Ljudstyrkan beror på ljudnivån som mäts i logaritmskalan, decibel med enheten dB. Människan uppfattar ljudnivåer olika och därför brukar indexet "A" användas, detta betyder att olika frekvenser i ljudet har viktats så att det motsvarar hur örat uppfattar nivån på ljudet. Ljudmättet med indexet "A" förekommer vid mätningar av trafikbuller (Trafikverket, 2017a).

Trafikbuller använder två olika exponeringsmått, ekvivalent och maximal ljudnivå. Ekvivalent ljudnivå innebär en medelljudnivå under en given tidsperiod, denna tidsperiod är för trafikbuller oftast 24 timmar. Med maximal ljudnivå menas den högsta ljudnivån under en viss period, exempelvis för många fordonspassager (Åkerlöf & Byman, 1998).

Ljud kan beskrivas på olika sätt vilket gäller för bland annat ett jämnstarkt ljud och ljud vid enstaka fordonspassager. Ett jämnstarkt ljud beskrivs genom att studera genomsnittlig ljudnivå, medan ljud från enstaka fordonspassager kan redogöras som antalet passager under aktuell tidsperiod vilka är viktiga för bullersituationen, samt av ljudnivån under de enstaka passagera (SKL, Trafikverket och Boverket 2015).

3.2.2 Samhällsproblemet av trafikbuller

Bullerproblem drabbar flest personer i ett samhälle skriver Transportstyrelsen (2014), där 1,5 miljoner invånare exponeras av vägtrafikbuller i Sverige. I TRAST "Underlag till handbok" (2015) beskrivs bullerstörningar påverka samhället negativt. Dessa negativa konsekvenser upplevs bland annat på bostäder, arbetsplatser, fritidsmiljöer, rekreationsområden och parker.

3.2.3 Buller vid lastbilsanvändning

I vägtrafiken skapas buller av storleken på trafikmängden, enskilda fordons bulleremissionsegenskaper (däck, motor etc.), körsätt, hastighet samt vägbeläggningen som har kontakt med fordonshjul skriver Boverket (2003). Från rapporten ”Trafik för en attraktiv stad” utgiven av Boverket, Trafikverket och SKL (2015) låter buller högre hos lastbilar än för personbilar. På 10 m avstånd uppnår en lastbil den högsta bullernivån inom ljudspannet 75–85 dBA medan en personbil når den högsta ljudnivån inom intervallet 68–75 dBA. Samma rapport hävdar att en fördubbling av biltrafik resulterar i en fördubbling av bullernivån, vilket betyder en ökning av ekvivalent ljudnivå på 3 dBA då det är en logaritmisk skala. Trafikverket (2017a) skriver att buller vid låga hastigheter främst uppstår i motor och avgassystemet; när högre hastigheter uppnås tar bullerkällorna däck och vägbana över ljud från motor och avgassystemet. Skillnaderna märks hos tunga fordon när hastigheterna 50–70 km/h uppnås medan det för lätta fordon uppfattas i intervallet 30–50 km/h. Trafikverket (2017b) betonar att körsätt och hastighet har en bidragande faktor till bullernivån. Om en hastighetsförändring med 10 km/h sker i intervallet 30–70 km/h blir resultatet en 2 dBA förändring i bullernivå. En ryckig körstil med kraftiga inbromsningar och hastiga accelerationer bidrar till ökad bullernivå jämfört med en lugn och jämn körstil.

3.2.4 Bullerspridning i miljön

Spridningen av buller beror på bland annat omgivningen, marktypen, topografin, vädret och vinden. Saker såsom hus och jordvallar har en tendens att skärma av ljud vilket kan förändra människors uppfattning om var och vad ljudet kommer ifrån. Marktyper som är hårda eller mjuka har en betydelse för reflektionen och utspridningen för ljudet. En mjukmark som exempelvis gräsyta eller skogsmark dämpar spridningen, medan en hårdmark såsom betong, vatten eller asfalt reflekterar ljudet och sprider det vidare till andra områden. En mottagares avstånd och läge från en bullerkälla avgör om bullernivåer blir höga eller låga, buller har en tendens att avta ju längre från källan man rör sig (Trafikverket, 2017c).

3.2.5 Metoder för att fastställa bullernivåer

Vid framtagning av vägbuller används alltid beräkningsmodeller. Trafikbullret kan om det är nödvändigt kompletteras med mätningar, till exempel vid framtagning av stomljud (ljud som uppkommer från vibrationer vilket har spridit sig till andra miljöer). Svenska beräkningsmodeller för spår och vägtrafik använder standarderna enligt de nordiska beräkningsmodellerna. Beräkningsprogram som exempelvis Trivector, SoundPlan och Cadna ska bygga på dessa modeller (Boverket, 2019).

3.2.6 Bullers effekter på människor och hälsan

Människans påverkan av buller är många, Folkhälsomyndigheten (2019) beskriver de negativa konsekvenserna enligt följande punkter där hörselskador och sömnproblem är

förknippat med hälsa medan talmaskering samt prestation och inläring är generella effekter av buller:

- **Hörselskador:** risken att drabbas av hörselskador uppkommer vid 8 timmars daglig exponering av ljudnivåer över 86 dB(A) eller om exponering av höga ljudnivåer är kortvariga. Tinnitus, hörselnedsättning och ljudöverkänslighet är olika typer av hörselskador.
- **Talmaskering:** talets ljudnivå brukar ligga på ungefär 60 dB, när bullernivån överstiger detta uppstår problemet att det blir svårt att uppfatta vad en person säger.
- **Prestation och inläring:** buller kan i vissa situationer bli det dominerade ljudet vid en konversation vilket bidrar till att information förloras eller inte upptas av den andra parten. Koncentrationsförmågan kan försämrans av buller då detta distraherar eller avbryter tankebanor hos individen.
- **Sömproblem:** Buller har en tendens att medföra sömnstörningar vilket i sin tur ökar risken för hjärt- och kärlsjukdomar som har kopplas till höjt blodtryck, hjärtinfarkt och stroke.

3.2.7 Riktvärden för buller

I Sverige används förordningen (2015:216). De bindande bestämmelserna gäller för riktvärden vid buller utomhus specifikt för spårtrafik och bilvägar samt flygplatser intill bostadsbyggnader. Riktvärden för utomhus buller innebär sammanvägt buller för alla sorters trafikslag men för enstaka tunga fordon är regelverket ej fulländat. I paragraferna tre till fem av förordning (2015:216) beskrivs riktvärden för spårtrafik och vägar som inte får överskridas:

- Den första paragrafen, 3§ skriver att överstigande av ekvivalent ljudnivå 60 dBA vid en bostadsbyggnads fasad inte bör ske. 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå vid en uteplats om en sådan ska anordnas i anslutning till byggnaden, får inte överskridas. Vid bostadsbyggnader om högst 35 kvadratmeter gäller samma regler men ekvivalentnivån vid fasad är istället 65 dBA.
- I 4§ benämns det att ifall buller vid en exponerad fasad överskrids bör minst hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida med högst ekvivalent ljudnivå på 55 dBA vid fasaden. Samtidigt ska hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida med maximal ljudnivå på 70 dBA som inte överskrids klockan 22.00 och 06.00 vid fasaden.
- Ifall paragraf 3 stycke 2 överskrids så skall inte nivån överskridas med mer än 10 dBA maximal ljudnivå fem gånger per timme under timmarna 06.00 och 22.00 skriver 5§.

Vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnation av trafikinfrastruktur, vägar och spår används riktvärden ifrån infrastrukturpropositionen (1996/97:53) där riktvärdena i tabell 1 normalt inte bör överskridas. När utomhusnivån inte kan reduceras till nivåerna i tabell 1 bör prioriteringen vara att värdena på inomhusnivån inte ska överskridas menar Naturvårdsverket (2019a).

Tabell 1 Riktvärden för ljudnivåer vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnation av väg. Källa: Naturvårdsverket (2019a)

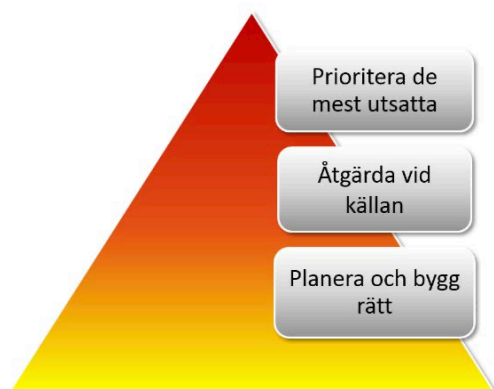
| | Ekvivalentnivå (dBA) | Maximalnivå (dBA) |
|---------|----------------------|--------------------------------------|
| Inomhus | 30 | 45 nattetid |
| Utomhus | 55 vid fasad | 70 uteplats i anslutning till bostad |

3.2.8 Åtgärdsval mot buller

I Sverige följer man EU direktivet 2002/49 EG som finns i den svenska lagstiftningen, förordning (2004:675) vilket behandlar omgivningsbuller. Det som räknas till omgivningsbuller är störande ljud som uppkommer från vägar, järnvägar, flygplatser och industrier (Trafikverket, 2020b).

Kommuner med mer än 100 000 invånare ska upprätta åtgärdsprogram vart femte år och kartlägga buller inom kommunen skriver förordning (2004:675). Den senaste utgåvan av Trafikverkets förordning är ett åtgärdsprogram för åren 2019–2023 (Trafikverket, 2020b).

I åtgärdsprogrammet för åren 2019–2023 har Trafikverket förklarat åtgärdsstrategin för buller på följande sätt, se figur 1 skriver Blidberg et al. (2018).



Figur 1 Åtgärdsstrategier när olika grad av överskridande sker. Källa Blidberg et al. (2018)

Prioritering av bulleråtgärder sker när många platser är i behov av reduktion av bullernivåer. Där bostäder och skolor befinner sig i närheten av statliga vägar och järnvägar finns en högre prioritet gentemot andra byggnader när skyddsåtgärder ska anordnas (Trafikverket, 2020c).

Trafikbulleråtgärder utomhus

Hastigheten för fordon är ett återkommande problem som är kopplat till buller. En åtgärd för att reducera bullernivåer är att sänka tillåten hastighet på en väg. Att sänka hastigheten kan

ske med bland annat hastighetsövervakning, vägbulor eller förhöjda övergångsställen samt cirkulationsplatser (Åkerlöf & Byman, 1998).

Minskade bullerstörningar kan uppnås med olika sorters trafikregleringar, några exempel för detta ändamål är minskad trafikmängd under hela dygnet eller minskad trafik under nattetid. De olika trafikregleringarna har lyckats ge beräkningsmässiga siffror på 2–3 dB(A) reducering i bullernivå (Åkerlöf & Byman, 1998).

Åtgärder som Blidberg et al (2018) föreslår är bland annat bullerskärmar, bullervallar och bullerskyddande uteplatser. Vid bullerkänsliga platser finns möjligheten att använda bullerreducerande vägbeläggning, ett exempel enligt Trafikverket (2014) är vägbeläggning ABD.

Trafikbulleråtgärder inomhus

Sårbara punkter där ljud kan tränga in är bland annat objekt som till exempel fönster, ytterväggar och uteluftdon. För att minska bullernivåer i bostäder kan åtgärder såsom bättre isolering i väggar, fönsterbyte och inköp av bättre uteluftdon vara bra att tillämpa (Åkerlöf & Byman, 1998).

3.3 Emissioner från lastbilar

3.3.1 Luftföroreningar

Luftföroreningar kan definieras som ”alla ämnen som ändrar luftens naturliga sammansättning”. Dessa utsläppsämnen har en benägenhet att orsaka större risk för skada på bland annat människor, djur, växter men också påverka förändringar i klimatsystemet (Luftvård, 1997). Naturvårdsverket (2019b) skriver att några frekventa sorter av luftföroreningar är ämnena kväve-svaveloxider, marknära ozon samt svävande partiklar. Även utsläppsämnen såsom olika typer av kolväten (bensen, polycykliska aromatiska kolväten m.fl) tillhör gruppen luftföroreningar.

3.3.2 Samhällsproblem med luftföroreningar

I städer som till exempel Stockholm, Göteborg, Malmö, Helsingborg, Uppsala och Umeå har överskridanden av ämnet kvävedioxid uppmätts. Tre av de föregående städerna (Stockholm, Uppsala och Göteborg) samt Norrköping har haft överskridanden av partiklar som har typen PM10. I utrymmen som till exempel mindre gaturum har de högsta halterna av luftföroreningar uppmätts. Det som har uppmärksammats för mindre gaturum har varit att ventilationen inte varit bra samt att utrymmet har bestått av mycket vägtrafik. Miljöer som anses vara extra känsliga för luftföroreningar är platser där människor vistas i stora folkgrupper, sådana platser är bland annat stadskärnor och bostadsområden. Förutom känsliga miljöer är människor som lider av sjukdomar kopplat till luftvägar och försämrat

immunförsvar i riskzonen för att drabbas av större biverkningar, vilket kan bero på hur pass bra luftkvaliteten är. Barn är en utsatt grupp för inandning av luftföroreningar, dessa har inte än färdigutvecklade organ och ett försvarssystem att stå emot ännas negativa effekter på kroppen (Trafikverket, Boverket och SKL, 2015).

3.3.3 Luftföroreningar vid lastbilsanvändning

Vägtrafiken med lastbilsanvändning släpper ut luftföroreningar när förbränningen av drivmedlet i motorn inte blir fullständig. Vid fullständig förbränning av organiskt material lämnas endast restprodukten koldioxid och vatten. När denna förbränning istället sker med luft bildas kväveoxider. I dagens bilmotorer som drivs av fossila bränslen uppnås inte 100 procentig förbränning, detta resulterar i uppkomsten av tusentals olika partiklar och gaser. Dessa partiklar och gaser kan skapa nya ämnen, till exempel kolväten och kväveoxider som tillsammans bildar ozon (Region Stockholm, 2001). Kallstarter är något som regelbundet inträffar. När man väl sätter igång fordonet är både motorn och katalysatorn kall. Denna låga temperatur innebär att det tar lite tid innan katalysatorn kommer upp i rätt arbetstemperatur vilket i sin tur resulterar i utsläpp av skadliga ämnen. Resultatet av kallstarten kan ha 100 gånger högre utsläpp av föroreningar än när motorn har rätt arbetstemperatur (Trafikverket, 2019). Förutom förbränning av bränsle skriver också Trafikverket (2019) att utsläpp i form av partiklar bildas vid däck- och bromsslitage.

Från fossila bränslen släpps det ut olika ämnen vilket har nämnts tidigare i studien. Dessa har olika påverkan på miljön, för denna litteraturstudien har miljöpåverkan delats in i kategorierna lokal, regional och global nivå orsakat av luftförorenings effekter.

Från en studie av Izzo och Myhr (2015) har godstransportarbetet för tunga lastbilar som är registrerade i Sverige ökat med 20 procent sedan 1990. Majoriteten 97,5 procent av de tunga lastbilarna använder bränslet diesel medan cirka 1 procent utnyttjar bensin som drivmedel. Enligt Alberer (2012) används diesellastbilarna mer då detta bränsle gör motorerna mer energieffektiva.

Från Trafikanalys (2015) finns information om jämförelser mellan drivmedlen diesel och bensin. Då finns den fördelaktiga effekten, lägre bränsleförbrukning per kilometer vid användning av diesel, som resulterar i mindre utsläpp av koldioxid. Man fann att nackdelen med diesel är större utsläppsmängd av olika partiklar, kolväten, kväveoxider och kolmonoxid per kilometer.

Effekter på lokal nivå

Luftföroreningars påverkan på lokal nivå innebär den direkta påverkan på platsen där föroreningen släpps ut. Den direkta påverkan kan bland annat vara effekter på hälsan hos människor men också lokala skador på växter, byggnader etc. Några exempel på utsläpp som

ger skador på lokal nivå är ämnena partiklar, koloxid, kvävedioxid, kolväten och ozon skriver Ahlström och Ericsson (2008).

- Partiklar: partiklar har källor som både är antropogena (människoorsakade) eller naturligt bildade. De naturligt skapade partiklarna kommer exempelvis från erosion, vulkaner och kemiska reaktioner i växter. Antropogena partiklar har sitt ursprung från exempelvis vägslitage och kondensering av gaser från förbränningsprocesser. Partiklar delas in i två fraktionsgrupper PM10 eller PM2,5 där dessa baseras på massan av storleken hos partikeln. Den första gruppen, PM10 representerar grova partiklar som har diameter mindre än 10 μm medan den andra gruppen, PM2,5 är en finare partikel där storleken är mindre än 2.5 μm i diameter (Ahlström och Ericsson, 2008). Grova partiklar såsom PM10 kommer främst från vägbaneslitage när användning av dubbdäck behövs medan PM2,5 har sitt ursprung från förbränningsprocesser (SMHI, 2012). Partiklar har en betydande påverkan på människohälsan, bland annat orsakar detta att fler drabbas av hjärt- och kärlsjukdomar och andningsproblem. Antalet som dör i förtid orsakade partiklar uppgår till 5500 personer per år i hela landet. Dessutom skedde det år 2010 välfärd förluster på cirka 35 miljarder kronor i samband med höga nivåer av partiklar (Gustavsson et al., 2015).
- Koloxid (kolmonoxid): vid inkomplett förbränning bildas utsläppet kolmonoxid. Kolmonoxiden har idag reducerats i biltrafiken tack vare användning av katalysatorer som renar bort ämnet. Halterna av kolmonoxid har sjunkit med cirka 80–90 procent i tätorter sedan 1980-talet, men än idag finns en risk att höga halter kan uppstå. Denna risk utspelar sig speciellt under sommarhalvåret då äldre bilar tas i bruk skriver Naturvårdsverket (2019c). Kolmonoxid påverkar hälsan vid inandning då syretransporteringen i blodet försämras. Personer med hjärt- och kärlsjukdomar och foster är speciellt känsliga mot kolmonoxid. Även effekter såsom trötthet, irritabilitet och minskad reaktionsförmåga har uppmärksammats hos människor (Ahlström och Ericsson, 2008).
- Kvävedioxid: när syre i luft reagerar med kväve genom en förbränning bildas ämnet kvävedioxid. I rapporter från epidemiologiska studier har effekterna av kvävedioxid konstaterats vara besvärreaktioner och tecken på symptom från andningsorganen skriver Karolinska Institutet (2014). Kvävedioxid har visat sig vara ett problem i en del städer. I Malmö överskrivs det nationella miljö kvalitetsmålet (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde) på hälften av mätplatserna där mätningar har utförts. Dock har kvävedioxiderna haft en nedåtgående trend, en minskning med en tredjedel har uppmätts på platser där det innan dokumenterats varit de högsta nivåerna skriver Spanne (2019).
- Kolväten: för gruppen kolväten ingår bland annat ämnena aldehyder, alkener (eten och propen), dioxiner, monoaromater (bensen och fenol), oxygenater (alkoholer och aldehyder) och PAH (pyren och bens(a)pyren) som har icke önskvärda effekter på

hälsan och miljön. Dessa uppstår på samma sätt som koloxid genom ofullständig förbränning som också släpps ut i luften. När ämnena befinner i luften finns risken att de deponeras på åkermarker. Ifall åkermarkerna används för grödor kan ämnena tillföras in i kroppen vid förtäring och orsaka negativa hälsoeffekter. Vissa av de negativa konsekvenserna kan vara direkt cancerframkallande, detta ämnet är exempelvis bensen. Irritation i ögon och hals kan vara symptom från kolväten (Trafikverket, Boverket och SKL, 2015).

- Marknära ozon: med solljus och förorenad luft skapas marknära ozon. Luften som är förorenad kan bland annat innehålla kvävedioxid och flyktiga organiska ämnen som bidrar till att marknära ozon bildas. Skog och grödor som växer skadas av höga ozonhalter. Beräkningar har visat på att det kan kosta Sverige stora summor, uppemot en miljard konor varje år i skador på naturen. Effekterna av marknära ozon kan kopplas till irritation och effekter på andningsorganens funktion (Naturvårdsverket, 2019d). Antalet människor som dör i förtid av effekterna från marknära ozon uppgår till tusen fall per år uppger IVL (2016).

Effekter på regional nivå

Med regionala effekter menas direkta och indirekta luftföroreningar som drabbar platser inom ett relativt stort område från där utsläppet har härstammat från. Indirekta effekter uppstår genom att en del av de emitterade ämnena från primära föroreningar (kolväten, kolmonoxid osv.) utsätts för kemiska reaktioner som sedan skapar nya ämnen, sekundära föroreningar såsom ozon (Trafikverket, 2018). Luftföroreningar kan efter lokalt bildande transporteras till andra områden med hjälp av vind. När vinden avtar faller föroreningen till marken eller upptas av vegetation. Beroende på hur nedfallet har skett kallas det antingen våtdeposition (nedfall som regn) eller torrdeposition (upptagande av mark eller vegetation) menar Ahlström och Ericsson (2008). Trafikverket (2018) beskriver att effekterna av nedfallet kan bli skador på olika ekosystem såsom försurning och övergödning ifall det rör sig om svavel- och kväveföreningar.

- Kväveoxider: ämnet kväveoxider skapas vid förbränning, där högt belastade motorer är en stor bidragande faktor. Effekterna av kväveoxider är bland annat dess förmåga att försura mark, skog och akvatiska ekosystem (Trafikverket, Boverket och SKL, 2015). I Sverige har kväveoxider minskat med cirka 50 procent sedan 1990-talet på grund av minskade transportutsläpp. Nedfallet av kväveoxider har under samma period minskat med en fjärdedel skriver Naturvårdsverket (2019e).
- Svaveldioxid: utsläpp av svaveldioxid leder till försurning och övergödning i naturen. Indirekta effekter från svaveldioxid är hälsoeffekter på människan såsom andningsbesvär hos astmatiker. Totalt har svavelnedfallet minskat med ungefär 80 procent sedan 1990-talet medan det mesta av utsläppet kommer från utländska källor som till exempel sjöfart skriver Naturvårdsverket (2019f).

Effekter på global nivå

På det globala perspektivet gäller främst utsläppet av växthusgaser. Trafikverket (2018) menar på att det främst gäller luftföroreningar som exempelvis koldioxid vilket påverkar den globala uppvärmningen. EU ratificerade (förplikta sig till en överenskommelse) 4 november 2016 att följa Parisavtalet. I avtalet finns målet att försöka hålla den globala uppvärmningen under 2 grader Celsius, men helst under 1,5 grader Celsius (Prop. 2016/17:16).

- Koldioxid: vid en reaktion av förbränning av kol i ett fossilbränsle och syre i luft bildas koldioxid. Storleken på koldioxidutsläppet kan bland annat kopplas till förbrukningen av bränsletypen som innehåller grundämnet kol. Katalysatorer fungerar inte inom området koldioxidrening då andra ämnen omvandlas till koldioxid (Ericsson och Ahlström, 2008).

3.3.4 Spridning av luftföroreningar

Väder (riktning och hastighet av vind, temperatur, nederbörd, solljus och luftfuktighet) är en avgörande faktor till hur mycket luftföroreningar utbreder sig. Beroende på väder är det möjligt att ibland uppnå föroreningshalter som inte annars uppnås. Exempelvis kan halter av partiklar och gaser stiga under kalla vinterdagar då bland annat fordon släpper ut mer partiklar vid kallstart och användning av dubbdäck. En dag med lite sol och mycket vind kan minska halter av föroreningar på ett område eftersom de har förflyttats till andra platser (Region Stockholm, 2001).

3.3.5 En metod för att fastställa luftföroreningars bidrag i utsläppsmängder

Vägtransporternas klimatpåverkan kan beräknas med hjälp av emissionsfaktorer. Emissionsfaktorer är ett sätt att beskriva generella utsläppsmängder per kilometer. Dessa generella värden används tillsammans med information om antalet kilometer som ett fordon har färdats, för att beräkna antalet kilogram utsläpp av som en transport orsakat. När emissionsfaktorer tillämpas innebär detta att utsläpp från samma transportslag kan kvantifieras. Tyvärr medför detta också generaliseringar vilket kan ses som en förenkling av verkligheten (Aronsson, 2007).

3.3.6 Effekter av luftföroreningar på hälsan för människor

Partiklar och gaser från vägtrafiken är starkt kopplat till olika hälsokomplikationer. Från en rapport av Forsberg et al. (2008) uppskattar de att bilavgaser leder till ett dödsantal på cirka 2850 personer per år i Sverige.

Region Stockholm (2001) sammanställde dokumenterade hälsoeffekter av olika luftföroreningar, se tabell 2.

Tabell 2 Sammanställning av olika hälsorisker för olika luftföroreningar. Källa: Region Stockholm (2001)

| Ämne | Hälsoeffekter | Hälsoeffekt-Nivåer | Uppmätta Halter | Dagens Normvärden |
|--|--|--|---|---|
| Inandningsbara partiklar (PM ₁₀) | Luftvägssymptom. Luftvägssjukdom. Lungfunktionsnedsättning. Försämring av astma och andra lungsjukdomar. Ökad dödlighet. Cancer? Känsliga grupper: Astmatiker och personer med andra luftvägssjukdomar, hjärt-kärlsjuka, barn | Ingen nedre gräns för upphörande av hälsoeffekter har påvisats | Högsta dygnsmedelvärde ovan tak: ca 60 µg/m ³ . Högsta värde i gatunivå: 127 µg/m ³ (Sthlm) | Rekommenderat gränsvärde (dygn): 30 µg/m ³ (halvår) 15 µg/m ³ (IMM) |
| CO ₂ | Indirekta hälsorisker genom växthuseffekt | | | Utsläppen år 2020 inte större än 1990. |
| CO | Försämrad syreupptagningsförmåga. Ökade besvär av kärlkramp. Känsliga grupper: Personer med blodbrist, hjärt+kärlsjukdom eller kronisk lungsjukdom, rökare, foster. | COHb 2 % (motsv 10 mg/m ³ under 8 tim) | Genomsnittshalter: 1-3 mg/m ³ I starkt trafikerade gatunivåer: 4-10 mg/m ³ . | 8-timmarsmedelvärde: 6 mg/m ³ |
| NO ₂ | Lungfunktionsnedsättning. Astmabesvär. Ökad risk för luftvägsinfektioner hos barn. Möjlig roll vid uppkomst av cancer. Känsliga grupper: Astmatiker, barn | Ca 200 µg/m ³ hos astmatiker | Högsta ovan tak: 60-220 µg/m ³ (tim) Högsta i gaturum: 70-450 µg/m ³ (tim) 300.000 pers i Sv exponerade över gränsvärdet 1990 | Gränsvärde(tim): 110 µg/m ³ (98-percentil). Rekommendation IMM (tim): 100 µg/m ³ (99-percentil): |
| NO | Minskad motståndskraft mot infektioner? | Ca 2400 µg/m ³ | Dygnsmedelvärdena ca 2-4 gånger högre än NO ₂ och högsta 1-timmarsmedelvärdena 4-6 gånger högre. | Gränsvärde saknas |
| Ozon | Nedsatt lungfunktion. Retningssymptom (t ex slemhinneirritation, ögonirritation, huvudvärk, retbarhet i luftvägarna). Inflammation. Ökning av luftvägssjukdomar. Astmabesvär. Känsliga grupper: Astmatiker, barn, aktiva utomhus. | Ingen lägsta effektnivå har kunnat sättas. Lägsta undersökta dos i kontrollerade försök är 160 µg/m ³ under 6 tim vid fysisk aktivitet. Lägre nivåer i epid stud. | Sommarmedelvärden: 60-90 µg/m ³ . Max 1-timsvärden: 160-200 µg/m ³ . Hela Sveriges befolkning exponeras för >= 80 µg/m ³ | Riktvärde: NV: (tim, 99-percentil): 120 µg/m ³ Förslag IMM: 80 µg/m ³ |
| SO ₂ | Förhöjd risk för bronkit och andra luftvägssjukdomar. Astmabesvär. Lungfunktionsnedsättning. Ökad frekvens luftvägsinfektioner. Luftvägssymptom. | | Troligen inga exponerade över gränsvärdet i Sverige | Gränsvärde: (dygn) 100 µg/m ³ |
| | | | | |
| Kolväten: | | Lågrisknivåer: | | |
| PAH tex Bens(a)pyren | Cancer. | B(a)P: 0,001 µg/m ³ | Genomsnittshalter B(a)P: 0,0007 µg/m ³ (Sv) | Gränsvärde saknas |
| Dioxiner | Cancer | | | "-" |
| Bensen | Leukemi. | IMM: 1,3 µg/m ³ | 3-10 µg/m ³ (Sv) | "-" |
| Toluen, xylen | Påverkan på centrala nervsystemet | WHO 260 µg/m ³ , vecka. IMM: 40-400 | 7-30 µg/m ³ (Sv) | "-" |
| Eten | Cancer. | IMM: 1,1 µg/m ³ | Uppskattning Sv 1,8 | "-" |
| Butadien | Cancer. | IMM: 0,04-0,3 µg/m ³ | Uppskattning Sv 0,7 | "-" |
| Styren | Påverkan på centrala nervsystemet, lukt, genotoxiskt | WHO: 260 µg/m ³ , 30 µg/m ³ (lukt, 30min) IMM: 40 µg/m ³ | Data saknas | "-" |
| Aldehyder (formaldehyd): | Irritation. Cancer i övre luftvägar | WHO 10-100 µg/m ³ (30min) | Högsta timmedelvärde (Gbg): 24-28 µg/m ³ | |

3.3.7 Lagar och regler gällande emissioner

Förhindrandet av luftföroreningars påverkan på människan och naturen sker genom internationella avtal som till exempel FN, EU samt nationella och lokala riktvärden (Naturvårdsverket, 2019b).

Sverige använder miljökvalitetsnormer (MKN) som finns i luftkvalitetsförordningen (2010:477). Dessa normer tillämpas i syftet att människor och miljö ska kunna skyddas mot skadliga halter av luftföroreningar. I medlemskapet Europeiska unionen (EU) ingår kravet att uppfylla och följa krav gällande utsläpp av föroreningar. Det är kommunerna som måste kontrollera luftkvaliteten, denna kontroll sker genom mätningar, modellering eller objektiv skattning för att säkerställa att inga värden överskrids (Naturvårdsverket, 2020). I tabell 3 illustreras olika värden som luftföroreningar inte får lov att överstiga.

Tabell 3 Miljökvalitetsnormer för luftföroreningar. Källa: Naturvårdsverket (2020)

För människors hälsa

| Förorening | Gränsvärdesnorm/"skallnorm" (G) eller målsättningsnorm/"börnorm" (M) | | | | Utvärderingströsklar | | Tröskelvärde för larm och information | |
|---|--|---|--|----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|
| | Medelvärdesperiod | MKN-värde | Antal tillåtna överskridanden per kalenderår | Tid för uppfyllelse | NUT | ÖUT | Tidsperiod | Tröskelvärde |
| NO ₂ | Timme | 90 µg/m ³ | 175 h ¹ | 2006 (G) | 54 µg/m ^{3,3} | 72 µg/m ^{3,4} | 3 h | 400 µg/m ³ (larm) |
| | Dygn | 60 µg/m ³ | 7 dygn | | 100 µg/m ^{3,5} | 140 µg/m ^{3,6} | | |
| | År | 40 µg/m ³ | | | 36 µg/m ^{3,7} | 48 µg/m ^{3,8} | | |
| SO ₂ | Timme | 200 µg/m ³ | 175 h ² | 1998 (G) | 100 µg/m ^{3,9} | 150 µg/m ^{3,10} | 3 h | 350 µg/m ³ (larm) |
| | Dygn | 100 µg/m ³ | 7 dygn | | 50 µg/m ^{3,11} | 75 µg/m ^{3,12} | | |
| CO | 8 h | 10 mg/m ³ | | 2005 (G) | 5 mg/m ³ | 7 mg/m ³ | | |
| Bensen | År | 5 µg/m ³ | | 2010 (G) | 2 µg/m ³ | 3,5 µg/m ³ | | |
| Partiklar (PM ₁₀) | Dygn | 50 µg/m ³ | 35 dygn | 2005 (G) | 25 µg/m ^{3,13} | 35 µg/m ^{3,14} | | |
| | År | 40 µg/m ³ | | | 20 µg/m ³ | 28 µg/m ³ | | |
| Partiklar (PM _{2,5}) | År | 25 µg/m ³ | | 2010 (M) | 12 µg/m ³ | 17 µg/m ³ | | |
| | | 25 µg/m ³ | | 2015 (G) | | | | |
| Partiklar (PM _{2,5}) – exponeringsminskning | År | % minskning ¹⁵ 20 µg/m ³ | | 2020 (M) 2015 (G) | | | | |
| Bens(a)pyren | År | 1 ng/m ³ | | 2012 (M) | 0,4 ng/m ³ | 0,6 ng/m ³ | | |
| Arsenik | År | 6 ng/m ³ | | 2012 (M) | 2,4 ng/m ³ | 3,6 ng/m ³ | | |
| Kadmium | År | 5 ng/m ³ | | 2012 (M) | 2 ng/m ³ | 3 ng/m ³ | | |
| Nickel | År | 20 ng/m ³ | | 2012 (M) | 10 ng/m ³ | 14 ng/m ³ | | |
| Bly | År | 0,5 µg/m ³ | | 1998 (G) | 0,25 µg/m ³ | 0,35 µg/m ³ | | |
| Ozon | 8 h | 120 µg/m ³ | | 2010 (M) | | | 1 h | 180 µg/m ³ |
| | | | | | | | 1 h | (information) 240 µg/m ³ (larm) |

Världshälsoorganisationen (WHO) har riktvärden gällande luftföroreningar som bygger på aktuell forskning. Värdena från WHO kan tillämpas över hela världen, samtidigt ska värdena fungera som rättelsevärden för att hjälpa myndigheter att på bästa sätt beskydda landets befolkning. I tabell 4 visas de senaste tillåtna nivåerna för olika föroreningar som släpps ut i luften (Världshälsoorganisationen, 2006).

Tabell 4 WHO:s riktlinjer gällande luftföroeningar. Källa: Världshälsoorganisationen (2006)

| Guideline levels for each pollutant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): | | |
|---|------------------------|-----|
| PM _{2,5} | 1 year | 10 |
| | 24 h (99th percentile) | 25 |
| PM ₁₀ | 1 year | 20 |
| | 24 h (99th percentile) | 50 |
| Ozone, O ₃ | 8 h, daily maximum | 100 |
| Nitrogen dioxide, NO ₂ | 1 yr | 40 |
| | 1 h | 200 |
| Sulfur dioxide, SO ₂ | 24 h | 20 |
| | 10 min | 500 |

Tillverkare av fordon har krav på utsläppsnivåer, där det hela tiden uppmanas från EU att försöka ha en så hög standard som möjligt. Genom euroklassningssystem har utsläpp minskat från vägsektorn, detta har förbättrat städer som har drabbats av för höga nivåer av utsläpp skriver Izzo och Myhr (2015). Transportstyrelsen (2020a) skriver att nytillverkade, tunga respektive lätta fordon måste uppnå minst en utsläppsklass på Euro 5 för att dessa ska få lov att registreras hos Transportstyrelsen. Se tabell 5 för riktvärden på vilken euroklass som uppnås vid en viss utsläppsnivå.

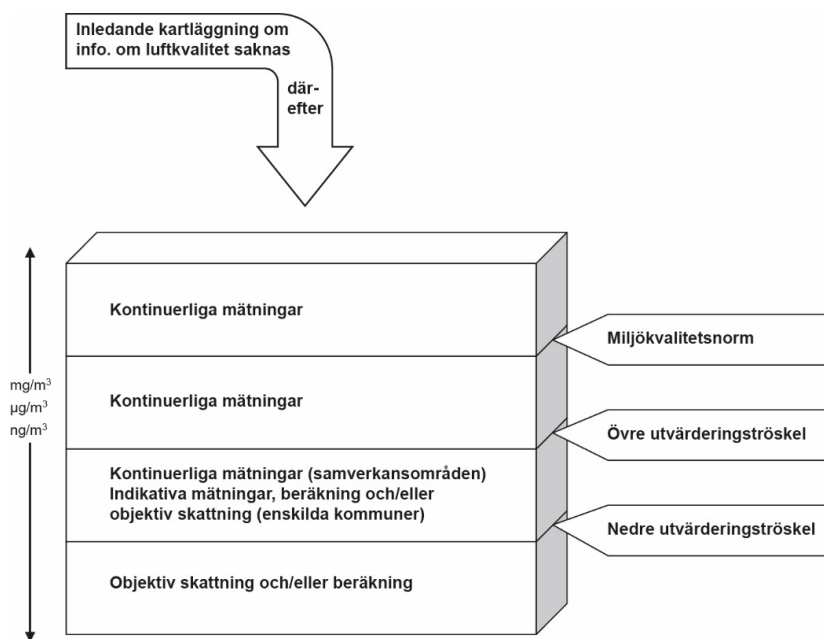
Tabell 5 Euroklasser; godkända utsläpp i gram/kWh för tunga fordon. Källa: Izzo och Myhr (2015)

| | Landkrav från | NO _x | PM | HC | CO |
|--------|---------------|-----------------|------|------|------|
| Euro 0 | 1990 | 14,4 | - | 2,4 | 11,2 |
| Euro 1 | 1993 | 8,0 | 0,36 | 1,1 | 4,5 |
| Euro 2 | 1996 | 7,0 | 0,15 | 1,1 | 4,0 |
| Euro 3 | 2000 | 5,0 | 0,10 | 0,66 | 2,1 |
| Euro 4 | 2005 | 3,5 | 0,02 | 0,46 | 1,5 |
| Euro 5 | 2008 | 2,0 | 0,02 | 0,46 | 1,5 |
| Euro 6 | 2013 | 0,4 | 0,01 | 0,13 | 1,5 |

Utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser ska begränsas enligt miljömålet Begränsad klimatpåverkan. Detta miljömål innebär att halten av olika växthusgaser i atmosfären ska nå en nivå där en stabilitet råder, denna nivå ska medföra att människors påverkan på klimatsystemet icke blir farlig. Fram till år 2050 finns en målvision i Sverige som går ut på att klimatgaser inte längre ska bidra till växthuseffekten, vilket innebär att nettoutsläppen av växthusgaser ska vara noll. Sedan denna målvision infördes år 2009 har kommuner, till exempel Göteborg stad tagit fram handlingsplaner för att göra fordonsanvändningen så fossilfri som möjligt (Trafikverket, Boverket och SKL, 2015).

3.3.8 Åtgärdsval mot luftföroeningar

Innan åtgärder tillämpas är det lämpligt att bedöma ifall en åtgärd överhuvudtaget behövs. I MKN, enligt tabell 3 finns värden som hänvisar till utvärderingströsklar. Trösklarna är gränsvärden som visar undretröskel och övretröskel för en viss typ av luftföroening. Utifrån utvärderingströsklarna är det möjligt att kontrollera luftföroeningar samt hitta en lämplig metod för utvärdering av luftföroeningsnivåerna (Ramböll, 2017). I Luftguiden (Naturvårdsverket, 2019g) beskrivs kontrollen av luftföroeningar genom överstigande av nedre utvärderingströskeln och då behövs kontinuerliga mätningar. För utsläpp som överstiger den övre utvärderingströskeln får antalet platser för mätningar halveras om mätningarna kompletteras med antingen modellberäkningar eller indikativa mätningar. När halter redovisas emellan den övre och den undre utvärderingströskeln är det möjligt för enskilda kommuner att utföra indikativa mätningar/modellberäkningar/objektiv skattning. Ifall halter hos luftföroeningar redovisas befinna sig under den undre utvärderingströskeln räcker det med att enbart använda modellberäkningar och/eller objektivskattning. I figur 2 visas en visuell bild på hur omfattningen ser ut vid kontroll av luftföroeningar.



Figur 2 Omfattning av en kontroll hos luftföroeningar. Källa: Naturvårdsverket (2019g)

När kontrollen av miljökvalitetsnormerna utförts och metod för kontrollen visat att värden håller på att överskridas eller är överskridna har ett så kallat åtgärdsprogram tillämpats. I åtgärdsprogrammet finner man bland annat genomarbetade åtgärder och styrmedel samt deras påverkan på luftföroeningar (Naturvårdsverket, 2019g). Några åtgärder och styrmedel för reduktion av luftföroeningar presenteras i nedanstående stycken:

Användning av trängselskatt

Idag är det endast Stockholm och Göteborg som använder trängselskatt (Transportstyrelsen, 2020b). Syftet med att använda trängselskatt är att minska på trängseln i hårt trafikerade storstäder, förbättra miljön och bidra till att finansiera infrastruktursatsningar (Trafikverket, 2017c). En studie genomförd av Mattsing (2014) kom fram till slutsatsen att det i Stockholm skett en minskning av fordonstrafik och luftföroreningar. Minskningen var 18–23 procent jämfört med 2005 för fordonstrafik och att föroreningarna kväveoxider och PM10 har reducerats på innerstadsgatorna Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan.

Förbud mot dubbdäcksanvändning

Vissa gator i Stockholm, Göteborg och Uppsala har infört förbud att trafikera gator med dubbdäck skriver Miljödepartementet (2013). Effekterna har varit att stora partiklar, PM10 som slits upp från slitlagret har minskat på platserna. Även en reduktion av fordonstrafik har uppmätts på gatorna vilket har gjort att halten kväveoxider sjunkit, det har samtidigt reducerat bullernivåerna hos boende intill gatorna. Från en studie gjord av Dahlbom et al. (2011) testades det i Stockholm att tillämpa reducerad hastighet på vägar för fordon med dubbdäck. En av slutsatserna var att en hastighetsreduktion minskar slitaget på vägen som i sin tur reducerade partiklar som virvlar upp från marknivån.

Dammbindningsmedel

Ett medel som Stockholm stad använder är calciummagnesiumacetat, CMA. Detta medel binder damm under senvintern och tidig vår. Ifall detta preparat används med jämna mellanrum hävdar Stockholms stad (2013) att mängden PM10 minskas med cirka 30 procent efter varje behandling. I en studie av Blomqvist et al. (2010) drogs slutsatsen att det bland fyra medel som testades (kalciumklorid CaCl_2 , magnesiumklorid MgCl_2 , calciummagnesiumacetat CMA och sockerlösning) upptäcktes det att effekten varade i 3–4 dagar. Resultatet av dammbindningsmedlens förmåga att binda dammpartiklar, PM10 minskade för varje dygn.

Utläggning av mer tåligt slitlager

Grövre slitlager klarar att stå emot dubbdäcksslitage och därmed reducerar utsläpp av partiklar (Miljödepartementet, 2013). Från en utredning av Gustavsson (2012) kom man fram till slutsatsen att slitlager, asfaltbetong stenrik (ABS) och några sorters tät asfaltbetong (ABT) med grövre största stenstorlek och lägre kulkvarnsvärde (stenmaterials förmåga att motstå nötning) har förmågan att reducera partikelbildning mer än andra typer av slitlager.

Införande av miljözoner i städer

Miljözoner används idag i städerna Stockholm, Malmö, Göteborg, Lund och Helsingborg. Fler städer har planer att införa åtgärden för att bekämpa luftföroreningar. Prognoser från Stockholm och Göteborg har indikerat på minskning av utsläpp av NO_x och partiklar (Eveby & Franzén, 2010).

3.4 Reducering av trafikflöde

Ett trafikflöde definieras i VGU *Begrepp och grundvärden* (Trafikverket, 2020a) med orden ”Ett antal fordon eller trafikanter som passerar ett snitt av en gata/väg eller en korsning”. Trafikflöden anges i enheten fordon per tidsenhet. En reduktion av ett trafikflöde kan ske med bland annat åtgärder som till exempel trafikreglering med trängselskatt och miljözoner, överflyttning till andra transportslag samt att använda fordon med högre lastfaktor då exempelvis lastbilar kör med större fyllnadsgrad eller kör med färre tomaster. Konsekvenserna av att reducera trafikflöden har genom presenterade åtgärder (exkl. högre lastfaktor) effekter på luftföroreningar och buller vilket har beskrivits i kapitel 3.2.8 och 3.3.8.

3.5 Ekonomiska värderingsmetoder

Miljöeffekterna buller och emissioner av luftföroreningar benämns inom ekonomiska termer som negativa externa effekter/externaliteter. Dessa externa effekter tillhör gruppen marknadsmislyckanden, vilket gör att marknaden inte fungerar effektivt (Bångman, 2012). För vissa positiva liksom negativa effekter finns inget marknadspris, de följer på så sätt inte samspillet mellan utbud och efterfrågan vilket resulterar i att företag inte inkluderar effekterna i deras kostnadskalkyler (Nationalencyklopedin, u.å).

Trafikverket (2018) har skrivit en rapport där kalkylvärden presenteras för olika effekter av infrastruktursatsningar i samhället. Rapporten kallas för *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn*, ASEK. Den senaste utgåvan publicerades 2018 och är döpt till ASEK 6.1. I rapporten värderas effekter som kan presenteras i ett monetärt värde. Åtgärder som exempelvis medför reducerade bullernivåer kan med dess monetära värden utnyttjas vid jämförelser av åtgärdsval. Rapporten föreslår att man studerar kostnader före och efter att en åtgärd har införts, där samhällsnyttan blir differensen av dessa kostnader.

3.5.1 Monetärvärdering av bullereffekter

I ASEK 6.1 kapitel 10 finner man en tabell för monetärt värde gällande samhällsnyttan av olika bullernivåer. Tabellen som presenteras benämns som bullerkostnader där störningseffekter och hälsoeffekter är medräknat, se tabell 6 (Trafikverket, 2018).

I nyttjande av tabell 6 avläses bullernivå från studerat objekt för att sedan matcha detta värde med en specifik bullernivå. Vid överensstämmelse av bullernivån registreras ett värde på

kostnaden för störning och hälsoeffekter genom att följa bullernivåvärdet i horisontalld. När två eller fler ljudnivåer kan avläsas och kostnader fastställas blir den resulterande nyttan skillnaden av den ursprungliga bullernivån och det värde som åtgärden har uppmätts till efter att ljudnivån reducerats.

Tabell 6 Bullerkostnader utomhus från vägtrafik när störningseffekter och hälsoeffekter beaktas. Källa: (Trafikverket, 2018)

| Bullernivå utomhus | Kostnad för störnings-effekter, 2014 | Kostnad för hälsoeffekter, 2014 | Total kostnad., kr per person och år, 2014 | Total kostnad, kr per person och år, prognos för 2040 |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--|---|
| 50 | 155 | 0 | 155 | 228 |
| 51 | 483 | 0 | 483 | 710 |
| 52 | 985 | 0 | 985 | 1 448 |
| 53 | 1 660 | 0 | 1 660 | 2 440 |
| 54 | 2 508 | 0 | 2 508 | 3 687 |
| 55 | 3 529 | 0 | 3 529 | 5 188 |
| 56 | 4 723 | 0 | 4 723 | 6 943 |
| 57 | 6 091 | 0 | 6 091 | 8 954 |
| 58 | 7 632 | 68 | 7 700 | 11 319 |
| 59 | 9 346 | 123 | 9 469 | 13 919 |
| 60 | 11 233 | 205 | 11 439 | 16 815 |
| 61 | 13 294 | 301 | 13 595 | 19 985 |
| 62 | 15 528 | 424 | 15 952 | 23 449 |
| 63 | 17 935 | 574 | 18 509 | 27 208 |
| 64 | 20 515 | 739 | 21 254 | 31 243 |
| 65 | 23 268 | 916 | 24 185 | 35 552 |
| 66 | 26 195 | 1122 | 27 317 | 40 156 |
| 67 | 29 295 | 1354 | 30 649 | 45 054 |
| 68 | 32 568 | 1 614 | 34 182 | 50 248 |
| 69 | 36 014 | 1 891 | 37 905 | 55 720 |
| 70 | 39 634 | 2 211 | 41 845 | 61 512 |
| 71 | 43 427 | 2 546 | 45 972 | 67 579 |
| 72 | 47 393 | 2 907 | 50 300 | 73 941 |
| 73 | 51 532 | 3 296 | 54 828 | 80 597 |
| 74 | 55 844 | 3 713 | 59 557 | 87 549 |
| 75 | 60 330 | 4 170 | 64 500 | 94 815 |

3.5.2 Monetärvärdering av luftföroreningar

I kapitel 11 av ASEK 6.1 redovisas samhällskostnaden av luftföroreningar från vägtrafik, där koldioxid är exkluderat. Värderingsfaktorer för regionala och lokala effekter redovisas med tabell 7 och 8 (Trafikverket, 2018).

Tabell 7 Värden på luftföroreningars regionala effekter, kr/kg utsläpp. Källa: Trafikverket (2018)

| | 2014 | Prognos 2040 |
|---------------------------------|------|--------------|
| Kväveoxider (NOx) | 86 | 126 |
| Kolväten (VOC) | 43 | 63 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 29 | 43 |
| Partiklar | 0 | 0 |

Tabell 8 Värden på luftföroreningars lokala effekter, kr/exponeringsenhet. Källa: Trafikverket (2018)

| | 2014 | Prognos 2040 |
|------------------------------------|-------|--------------|
| Kväveoxid (NOx) | 2,0 | 2,9 |
| Kolväten (VOC) | 3,4 | 4,9 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 17,2 | 24,6 |
| Fina partiklar(PM _{2,5}) | 585,9 | 837,8 |

ASEK 6.1 (Trafikverket, 2018) presenterar att metoden för värdering av lokala effekter hos luftföroreningar sker i två steg:

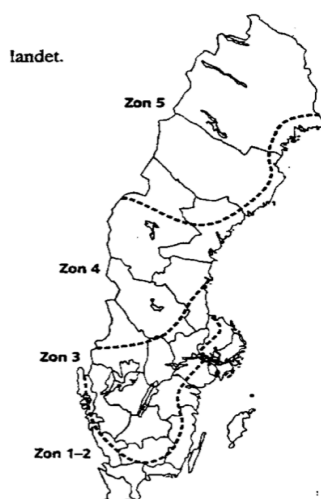
1. Beräkna antalet exponeringsenheter per kilogram utsläpp på den utsatta platsen med formeln:

$$Exponering = 0,029 * F_v * B^{0,5}$$

F_v är ”ventilationsfaktor för tätorten (exponering per person och kilo utsläpp)

B är tätortens folkmängd i antalet personer

Ventilationsfaktorn hämtas från tabell 9 utifrån figur 3.



Figur 3 Ventilationszoner i Sverige. Källa Trafikverket (2018)

Tabell 9 Ventilationsfaktorer för Sveriges ventilationszoner. Källa: Trafikverket (2018)

| Ventilations-zon | Ventilations-faktor, F _v |
|------------------|-------------------------------------|
| 1-2 | 1,0 |
| 3 | 1,1 |
| 4 | 1,4 |
| 5 | 1,6 |

2. För att få fram värde på utsläpp i kr/kg, multipliceras tätortens exponering från steg 1 med de olika emissionsämnenens värde per exponeringsenhet.

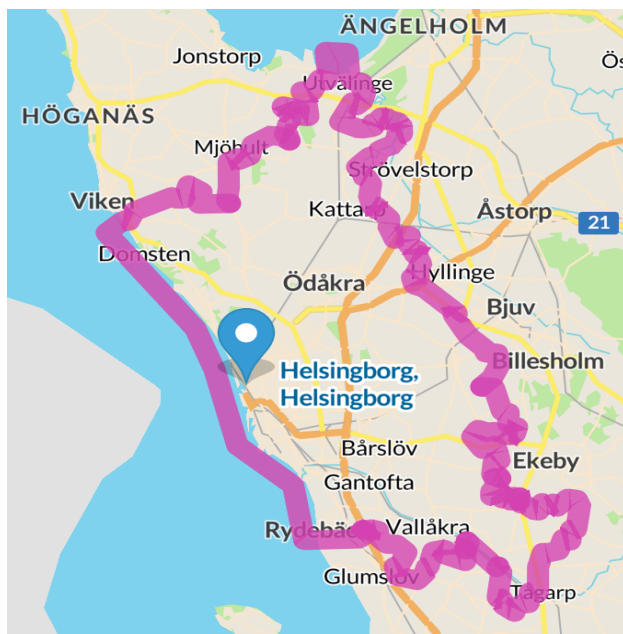
Trafikverket (2018) skriver i ASEK 6.1 att en rekommendation för beräkning av koldioxidutsläpp är kalkylvärdet 1,14 kr/kg. Bengtsson, Garberg och Martini (2019) påpekar att efter datumet första april 2020 så används numera koldioxidvärdet 7 kr/kg. Det tidigare värdet utgicks från koldioxidskatt medan det nya värdet baseras på den maximala nivån för reduktionspliktsavgiften (skyldigheten att minska utsläpp av växthusgaser i ett livscykelperspektiv per energienhet från reduktionspliktigt drivmedel genom inblandning av biodrivmedel).

4 Helsingborgs hamn

4.1 Helsingborgs stad

Helsingborg stad är lokaliserad i Skåne län, se figur 4. Staden hade en befolkning på 147 734 personer i slutet av 2019, hämtat från Statistiska centralbyrån (u.å). I staden finns många företag, flera av dem bedriver verksamhet som kräver godstransport som bland annat ICA, Helsingborgs hamn AB och Ikea.

Stadens lastbilstrafik varierar bland annat beroende på när på dygnet fordonen behöver användas. Enligt en studie av Ramböll (2015) fördelade sig lastbilstrafiken på vägen E4, väster om trafikplats södra i Helsingborg som mest under tidsperioden 07:00–16:00. Studien påpekar också att det högsta flödet inträffar på förmiddagen efter rusningstrafiken, cirka 11:00 medan det på eftermiddagen inträffar ungefär klockan 14:00.

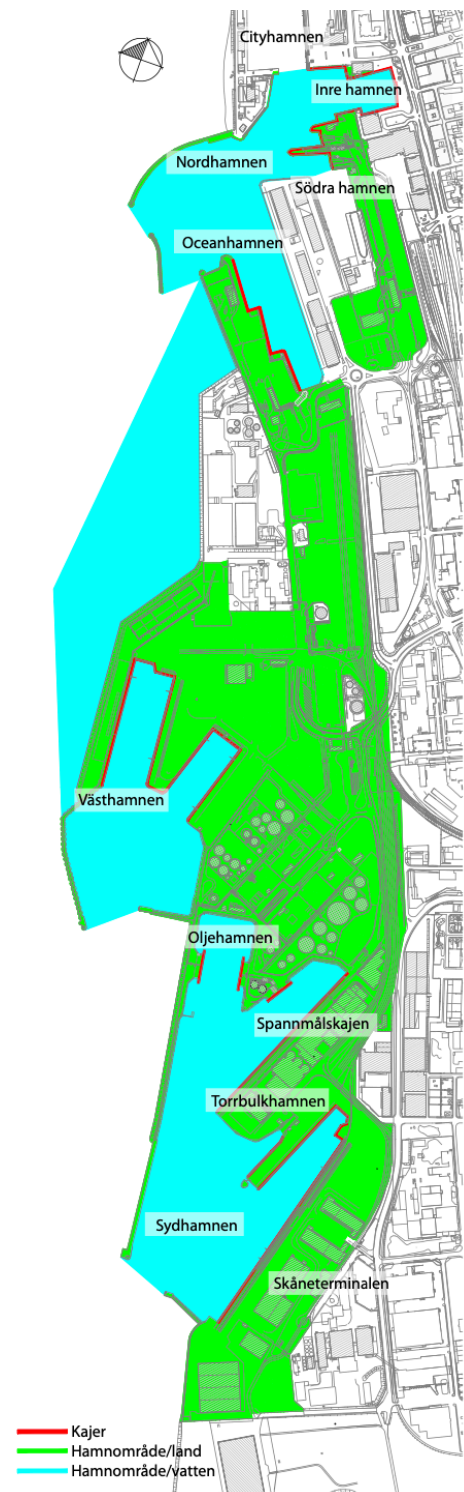


Figur 4 Karta av Helsingborgs kommun. Källa: hitta.se

Företaget Helsingborgs Hamn AB (HHAB) är Sveriges näst största containerhamn (Helsingborgs hamn, 2020a). Hamnföretag är specialister på containerhantering som levereras via land och sjötransport. De är infrastrukturförvaltare av det Södra industrispåret i staden (Helsingborg stad, 2014). Antalet containertransporter för olika transportmedel redovisas i bilaga 2 från uppgifter av Halvorsen (2020).

4.2 Helsingborgs hamnområde

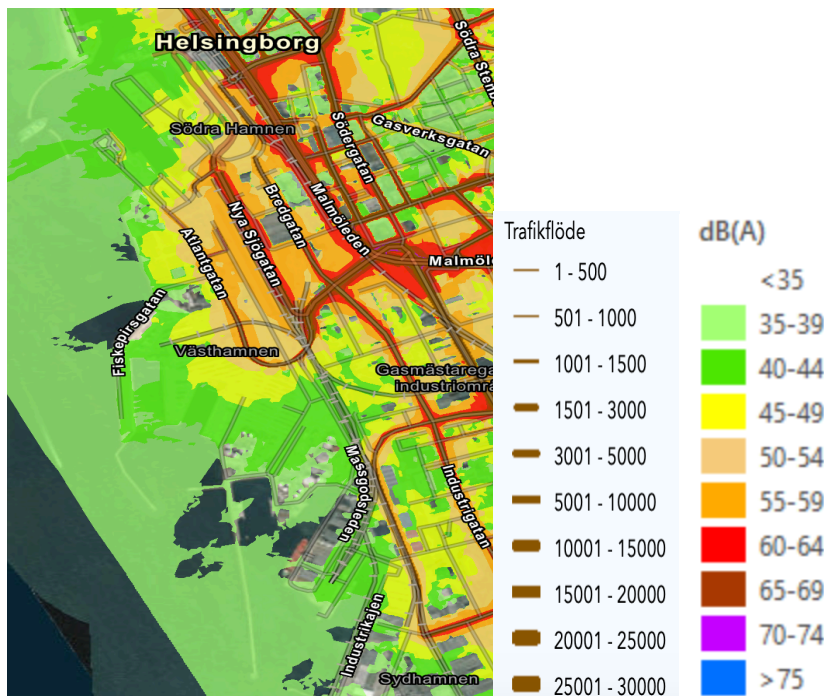
- Nordhamnen är det hamnområde som hanterar färjetrafik mellan Helsingborg och grannlandet Danmark (Helsingborgs hamn, 2020b). Transporterna består främst av person- och lastbilstrafik där idag både företaget Forsea och Sundbussene driver denna verksamhet skriver Helsingborgs hamn (2020c). Figur 5 illustrerar detta hamnområde.
- Västhamnen räknas som den nyaste delen av hamnen. Denna del av hamnen har två bassänger där gods hanteras. Sedan år 2005 är det möjligt att köra tågtransporter ända in i hamnen vilket en kombiterminal bidrog med. Lastbilstransporter sker både in och ut från hamnen men en del av transporterna sker också via järnvägen. Transport via järnväg anser företaget ha en stor utvecklingspotential, då en omställning till mer hållbara transportmedel blir aktuell menar Helsingborgs hamn AB (2020d). Figur 5 illustrerar detta hamnområde.
- Sydhamnen har tillgång ett flertal terminaler. Terminalerna sköter hantering av spannmål, olja, styckegods, RoRo-trafik (RoRo betyder roll-on/roll-off, där lasten fraktas av och på fartyg) och projektlast. Det finns utrymme att gruppera containrar på vissa platser. I en Skåneterminal hanteras RoRo och containertrafik, projektlast samt fyll och tömning av containrar. Magasin i Skåneterminalen klarar att lagra olika typer av gods där vissa av lagerna även har möjlighet att lagra frukt och grönt med temperaturreglerande funktioner Helsingborgs hamn (2020e). Figur 5 illustrerar detta hamnområde.



Figur 5 Karta över hamnområdet i Helsingborg. Källa: Länsstyrelsen (2009)

4.2 Buller i hamnområdet

Bullerstörningar uppkommer både i hamnområdet och i området utanför hamnen. En rapport av Bertilson et al. (2009) skriver att buller kan uppstå vid lastning, lossning och hantering av gods. Med kranar, arbetsmaskiner och transporter sker ett ökat bidrag till bullernivåer som också resulterar i mer bullerstörningar. På samma sätt som lastning, lossning etc. bidrar trafikslagen båt, tåg och lastbilar till buller då ett visst transportarbete hela tiden sker på platsen. Bullerstörningarna påverkar förutom de inom hamnen också boende eller andra verksamheter i närheten av hamnen. Helsingborg stad använder bullerkartor för att visa var någonstans det finns höga respektive låga ljudnivåer, se figur 6.



Figur 6 Hamnområde i Helsingborg med olika ljudnivåer och trafikmängder. År 2016. Källa: Helsingborg stad (u.å)

4.3 Luftföroreningar i hamnområdet

Helsingborg stad utnyttjar två olika sorters system för att övervaka luftföroreningar, dessa system är främst för att mäta trafikemissioner. Det första systemet mäter gasformiga föroreningar och det andra systemet mäter mängden luftburna partiklar i gatumiljön. I systemets helhet övervakas luftföroreningarna kvävedioxid, svaveldioxid och ozon av system 1 och system 2 mäter mängden partiklar såsom PM10. Mätningarna sker i stads- och gatumiljöer där hårt trafikerade stråk såsom Drottninggatan, Järnvägsgatan och Södra Stenbocksgatan övervakas dygnet runt (Nilsson, 2020).

Mätstationen vid Järnvägsgatan befinner sig närmast hamnen. Data på luftföroreningar hos kvävedioxid visas enligt tabell 10, svaveldioxid enligt tabell 11 och ozon enligt tabell 12 (Nilsson, 2020). Från samma studie meddelas det att mätningar av PM10 partiklar för år 2019 inte kunnat inhämtas på grund av en ombyggnad av vägen och en avstängd mätstation.

Tabell 10 Mätning av kvävedioxid år 2019. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Källa: Nilsson (2020)

| Kvävedioxid (NO₂) | |
|-------------------------------------|---------------|
| Mätplats | Järnvägsgatan |
| Årsmedelvärde | 16,0 |
| Högsta timmedelvärde | 105,0 |
| 98-percentil timvärde | 105,0 |
| Högsta dygnsmedelvärde | 52,5 |
| 98-percentil dygnsvärde | 34,6 |

Tabell 11 Mätning av svaveldioxid år 2019. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Källa: Nilsson (2020)

| Svaveldioxid (SO₂) | |
|--------------------------------------|---------------|
| Mätplats | Järnvägsgatan |
| Årsmedelvärde | 2,2 |
| Högsta timmedelvärde | 57,7 |
| 98-percentil timvärde | 4,6 |
| Högsta dygnsmedelvärde | 10,6 |
| 98-percentil dygnsvärde | 3,7 |

Tabell 12 Mätning av ozon år 2019. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Källa: Nilsson (2020)

| Ozon (O₃) | |
|-----------------------------|---------------|
| Mätplats | Järnvägsgatan |
| Årsmedelvärde | 60,2 |
| Högsta dygnsvärde | 108,5 |

4.4 Ett fiktivt scenario i Helsingborgs hamn

För denna studie presenteras förslaget att det i framtiden, år 2040 ska exploateras i Helsingborgs hamn, för plats åt byggande av bostäder. Detta bostadsområde ska bestå av ungefär 450 envånings bostäder för uppskattningsvis 1000 personer, där ett hushåll består av cirka två personer. Antalet bostäder på 450 hör ihop med mängden bostäder som idag ska byggas i Oceanhamnen för H+ projektet (Helsingborg stad, 2018). Hushållsantalet på två personer är baserat på Statistiska Centralbyråns värde på genomsnittligt antal personer i ett hushåll 2017 (SCB, 2018).

Bostadsområdet kommer att byggas omkring vägen Massgodsleden 4 i Helsingborgs hamn. Denna plats trafikeras av lastbilstrafik vilket utifrån ett hållbarhetsperspektiv inte är positivt. I scenariot antas trafikflödet regleras så att lastbilsflödet minskar med storleksordningen 50 procent. Trafikregleringen antas bestå av införande av en trängselskatt som gör lastbilstransporterna dyrare till och från hamnen. I litteraturstudiens kapitel 3.3.8 har det nämnts att trängselskatten har förmågan att reducera trafikmängder. Fördelarna med denna åtgärd är bland annat minskad bullerstörning för boendena, detta har i kapitel 3.2.6

presenterats vara positivt för att reducera hälsoproblem. En reducerad trafikmängd leder också till att minskade nivåer av utsläppsämnen i städer då färre fordon används. Med reducerade utsläppsmängder blir de lokala effekterna inte lika starka från ämnena som orsakar skador på människor, växter och byggnader.

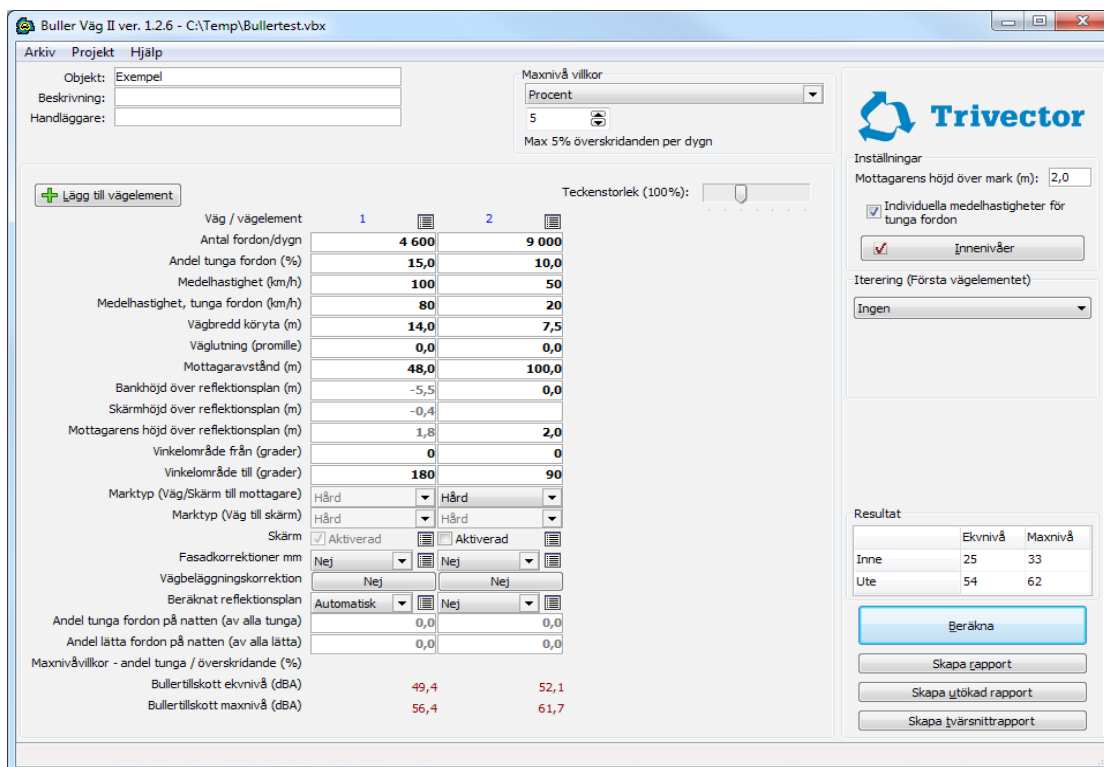
Placering av bostadsområdet är också viktigt då bullernivåer tenderar att stiga ju närmare man kommer en ljudkälla, för att bostäderna ska få lov att byggas måste därför riktvärdena enligt förordning (2015:216) följas. I det fiktiva scenariot kommer det vara möjligt att välja mellan valen att bygga nära eller bygga en bit ifrån vägen där lastbilar trafikeras med huvudsyftet att ljudnivåerna uppfyller riktvärden för byggande av bostäder intill vägar.

4.5 Information till buller- och luftföroreningsberäkningar

4.5.1 Buller Väg II och bullerparametrar

Metoden för att beräkna och visa resultat på bullernivåer av lastbilar utförs med datorprogrammet Buller Väg II. I handboken för programmet, skriven av Trivector (u.å) kan detta program både räkna ut ekvivalentnivån och maxnivån för vägbuller på en specifik plats. Beräkningsmodellen bygger på "Vätrafikbuller, nordisk beräkningsmodell", 1996 års omarbetade version där ett avsteg har gjorts vid uträkning av maxnivå av ljud. Den högst angivna procentsatsen, 10% för beräkning av andel fordon som överskrider en viss ljudnivå finns i modellen men högre andelar är utelämnade.

I programmet matas data in i olika kolumner, se figur 7. Därefter trycker man på "beräkna" och värden på ekvivalentnivå och maxnivå dyker upp för både inomhus och utomhus miljöer. Ibland går det inte att trycka på "beräkna" vilket betyder att indata inte är tillräcklig för att programmet ska göra en beräkning, det är därför viktigt att ha tillräckligt mycket underlagsmaterial för att utnyttja programmet (Trivector, u.å).



Figur 7 Programruta vid uppstart av Buller Väg II. Källa: Trivector (u.å)

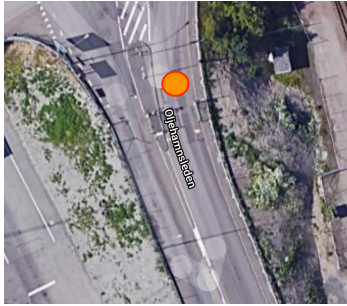
Parametrarna *väglutning* och *mottagaravstånd* är i denna studien baserade på antaganden vilket förklaras i nedanstående punkter:

- **Väglutning:** en väglutning i längsled existerar på sträckan Oljehamnsleden till Massgodsleden 4. Tyvärr går detta inte att mäta vid fysisk närvaro på platsen på grund av att tillträde kräver tillstånd. En diskussion med Ahlström (2020) resulterade i användning av väglutningen 20 % på grund av sträckans längd, 270 m och en estimerad höjdskillnad på 5,3 m, se tabell 13.

Tabell 13 Väglutning. Källa: Ahlström (2020)

| | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|------|
| Höjdskillnad (m) | 2,7 | 5,3 | 8 | 10,7 |
| Längd (m) | 270 | 270 | 270 | 270 |
| Lutning (%) | 10 | 20 | 30 | 40 |

- **Mottagaravstånd:** denna parametern baseras på det fiktiva scenariot i kapitel 4.4 där bostäderna ska byggas i området som ligger runt vägen Massgodsleden 4. Vägen Massgodsleden 4 är inte möjligt att besöka utan tillstånd från Helsingborgs hamn AB, därför studeras istället sträckan Oljehamnsleden som är intill denna väg. Det första avståndet till mottagare föreslås vara 10 meter och det andra avståndet 100 meter, respektive sträcka har utgångspunkt enligt figur 8 på Oljehamnsleden. Utgångspunkten är en mottagarpunkt medan 10 och 100 meter motsvarar sträckan till en tänkt bostadsfasad.



Figur 8 Utgångspunkt på Oljehamnsleden (orangemarkerings) för avståndsbestämning av parametern avstånd till mottagare.
Källa: hitta.se

För resterande parametrar vägbredd, medelhastighet, andel tunga fordon etc. har informationen tagits fram genom att besöka Oljehamnsleden.

Dessa parametrar fick följande värden vid beräkning av bullernivåer:

- Andel tunga fordon: 100%
- Medelhastighet: 30 km/h
- Vägbredd: 13 meter
- Bank och skärmhöjd över reflektionsplan: 0 m
- Mottagarens höjd över reflektionsplan: 2 m
- Vinkelområde (från): 0
- Vinkelområde (till): 180
- Maxnivå villkor: antal mest belastade timme dag/kväll, max 5 stycken överskridanden mest belastad timme

4.5.2 Parameterinformation för beräkning av emissionsmängder

En observationsstudie och litteraturstudie tar reda på parametrarna *transportsträcka som lastbilar kör* samt *antalet lastbilar för en viss lastbilssort (lätt/tung lastbil och med eller utan släp)*. Resultatet av observations- och litteraturstudien används tillsammans med emissionsfaktorer för att beräkna utsläppsmängden hos olika emissioner från lastbilsflödet. Resultatet av lastbilsflödet i enheten fordonen per dygn används också som ett parametervärde i Buller Väg II.

Emissionsfaktorer finns att hämta i Trafikverkets (2017e) dokument ”*Trafikverkets handbok för vägtrafikens luftföroreningar, bilaga 6*”. När ett val för raderna ”lastbil med släp” eller ”lastbil utan släp” i tabell ”stad 2020” ska göras, inhämtas information från observationsstudien. För koldioxid finns två benämningar på emissionsfaktorn där det ena är ”tank to wheel” och det andra är ”weel to wheel”. Tank to wheel används ifall man vill beräkna direkta utsläpp från avgasröret, där biodrivmedel och el motsvarar noll utsläpp av koldioxid medan well to wheel används ifall beräkningar gällande livscykelperspektiv för samtliga drivmedeltyper skall ingå. Koldioxid ”well to wheel” används för denna studien eftersom livscykelperspektivet gällande alla drivmedeltyper skall ingå. Olika bränslen används för lastbilstransporter för Helsingborg hamns lastbilar finns en osäkerhet för vilka exakta bränslen som används vilket gör det lämpligt att välja koldioxid ”well to wheel”.

4.5.2.1 Litteraturstudie

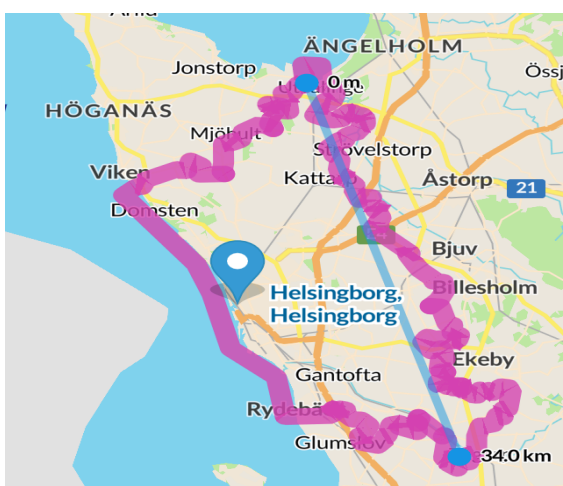
Körsträcka för lastbilar i hamnen

Benrick et al. (2018) redogör i dokumentet ” Kartläggning av lastbilstransporter i brohamnar längs syd- och västkusten. Resultat från intervjuer med 2 500 lastbilschaufförer” indikationer på hur långt lastbilar från hamnen kör. I deras studie presenteras siffror som behandlar lastbilstrafik från hamnar, specifikt start- och slutpunkter för lastbilstransporter i Helsingborgs hamn. Värdena för start respektive slutpunkt hos transportererna redovisar att majoriteten av det totala lastbilsflödet antingen har haft start- eller slutpunkt inom Skånes gränser. En stor del av denna majoritet hade även sin körsträcka i Helsingborgs kommun.

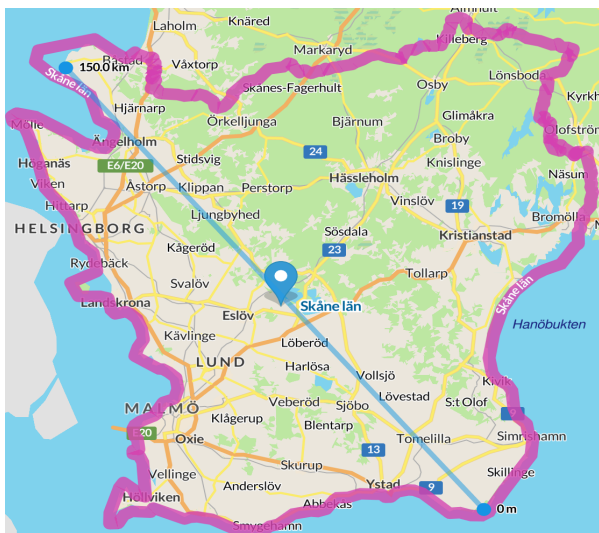
I denna studie föreslås lastbilssträckan utifrån två antaganden, där dessa baseras på ovanstående information från Benrick et al. (2018):

1. Av totala antalet fordon i hamnen, kör 50 procent hela tvärsnittsavståndet i Skåne län. Resterande 50 procent kör utanför länet och utelämnas för denna studie.
2. Av hälften av det totala antalet fordon som kör i Skåne, kör 50 procent hela tvärsnittsavståndet för Helsingborgs kommun medan den andra hälften kör utanför kommunen, vilket inte beräknas i denna studie.

Sträckan att köra i Helsingborgs kommun är uppmätt som fågelvägen vid ett tvärsnitt av hela kommunen, se figur 9. För de lastbilar som kör i Skåne län är sträckan uppmätt med fågelvägen för ett tvärsnitt av hela Skåne län, se figur 10. Fågelvägssträckan för Helsingborgs kommun är ungefär 34 km medan det för Skåne län är cirka 150 km.



Figur 9 Körsträcka för Helsingborgs kommun. Källa: hitta.se



Figur 10 Körsträcka för Skåne län. Källa: hitta.se

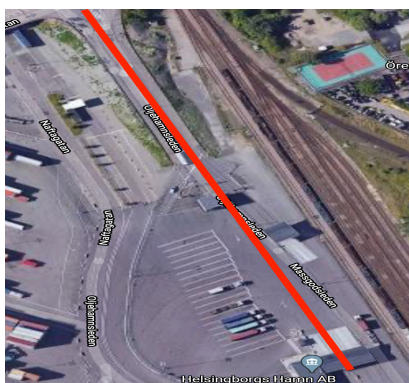
Bränsletyp och miljöklass hos lastbilar i hamnen

I en rapport av Benrick et al. (2018) nämner de att lastbilar från Helsingborgs hamn drivs med diesel, där miljöalternativet av bränsle är biodiesel. Benrick et al. (2018) poängterar att miljöklasserna fördelas mellan fyra euroklasser: 3, 4, 5 och 6. Antalet användare av euro 5 och 6 är de vanligaste miljöklasserna, med högst andel procent av det totala lastbilsantalet.

4.5.2.2 Observationsstudie

Antalet fordon som ankommer eller avgår från hamnen

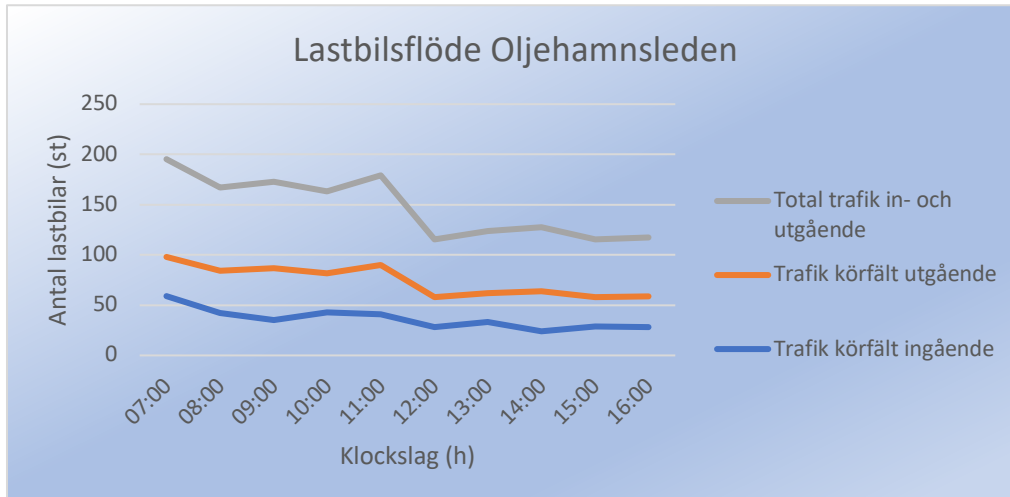
En observationsstudie utfördes 20 april genom att manuellt räkna antalet lastbilar till och från hamnområdet. Platsen där observationen ägde rum var på Oljehamnsleden i Helsingborg, se figur 11. Observationen utfördes enligt ett observationsschema, se bilaga 1. Med hjälp av detta schema utfördes en manuell räkning av lastbilar från två körfält, in- och ut passage från en centralgate, lokaliserad på Massgodsleden 4 i Helsingborgs hamn. Denna centralgate tros vara den plats med högt lastbilsflöde eftersom alla lastbilar måste passera denna punkt då de ska in eller ut från hamnen. Resultatet antecknades för lastbilar i 20 minuter varje timme under en 10 timmars period (från 7:00 till 16:00).



Figur 11 Karta av mätsträcka för observationsstudien. Källa: hitta.se

Resultatet av observationsstudien:

- Alla hade tillkopplat släp
- Trafikflödet bestod endast av tunga lastbilar (lastbilar som överstiger 3,5 ton)
- Trafikflödes timvariation för ingående och utgåendekörfält visas i figur 12.



Figur 12 Lastbilsflöde för Oljehamnsleden under 10 timmars tid

Vid användning av Buller Väg II behövs parametern, antalet fordon per dygn, därför utfördes en kompletterande beräkning av observerade lastbilar. För detta ändamål användes dokumentet ”Vägar och gators utformning, Stödjande kunskap” skriven av Trafikverket och SKL (2016) och en föreläsning i Trafiktekniska mätningar av Svensson (2017). I Trafikverket och SKL:s ”Vägar och gators utformning, stödjande kunskap” (2016) användes värden från tabell ”timindex för trafikvariation”, timmarna 7–16 för lastbil: genomfart. Tabellen ”månadsindex för trafikens variation” värdet på månad april, lastbil: genomfart kom också till användning.

I Microsoft Excel användes data från Trafikverket och SKL:s ”Vägar och gators utformning, stödjande kunskap” (2016) och siffror från observationsstudien i en räknemetod från Svensson (2017) föreläsning: Trafiktekniska mätningar. Beräkningen, se bilaga 2 för antalet lastbilar vid körfält in- och utgående resulterade i 1741 fordon per dygn.

4.5.3 Parameterinformation för monetärvärdering av buller och emissioner

Den monetära beräkningen för utsläpp av luftföroreningar och buller använder Trafikverkets rapport (2018) som behandlar miljöeffekters samhällsekonomiska värden som presenteras i olika grundvärden. Den samhällsekonomiska nyttan fås genom att summera ihop alla beräknade värden vid reducerad trafikmängd, för luftföroreningar och bullernivåer tar man hänsyn till penningvärdet när nyttan bestäms. Samtliga monetära värden presenteras kronor genom att använda matematiska ekvationer.

En senare version av Trafikverkets rapport (2018) finns ännu inte utgivet, därför används Bengtsson, Garberg och Martini (2019) rapport som utgångspunkt för skattningar av koldioxidfaktor. Från deras rapport hämtas den monetära faktorn till 7 kr/kg, vilket i denna studien skattas gälla för penningvärde år 2014 och 2040.

Lastbilsflödet är beräknat i enheten fordon per dygn som i sin tur leder till kronor per dygn vid en monetär värdering och presentation av monetär nytta. För att den monetära värderingen på emissionsämnenas utsläppsmängder ska få enheten kronor per år görs ett antagande. Antagandet har syftet att räkna om ett dygn till ett år, vilket utförs med att skatta antalet arbetsdagar ett år. Antagandet bygger på resonemanget att det är 365 dagar på ett år och vissa dagar är helger. Med bland annat kläm-, semester- och röda dagar blir antalet arbetsdagar ungefär 300 på ett år, vilket resulterar i presentation av monetära värden och nytta i enheten kronor per år.

5 Resultat

5.1 Bullernivåer, monetära värden och monetär nytta i hamnen

I datorprogrammet Buller Väg II presenteras resultat på bullernivåer i dBA för olika fordonsmängder och dess bullernivå vid olika mottagaravstånd, se tabell 14. Vid dagens lastbilsflöde visar bullernivåresultat gällande ljudmiljö (ekvivalentnivå) inomhus respektive utomhus 41 dBA och 66 dBA vid mottagaravståndet 10 meter. För 100 meters mottagaravstånd redovisar bullernivåerna 30 dBA inomhus och 55 dBA utomhus. När ljudmiljö (maxnivå) studeras blev resultaten 59 dBA inomhus och 84 dBA utomhus vid 10 meter mottagaravstånd. För 100 meter mottagaravstånd blev ljudnivån 38 dBA inomhus och 63 dBA utomhus. Det går att konstatera att bullernivåerna för dagens fordonsmängd vid mottagaravståndet 100 meter eller fordonsmängd reducerat lastbilsflöde vid 100 meter ljudnivå utomhus (ekvivalentnivå) uppfyller kraven för väg intill byggande av nya bostäder, förordning (2015:216).

Tabell 14 Sammanställning av bullernivåer från lastbilsflöden i hamnen, decibel med A-vägning (dBA). 100% fordonsmängd motsvarar dagens lastbilsflöde 1741 f/d.

| År | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Ljudmiljö (ekvivalentnivå dBA) | | Ljudmiljö (maxnivå dBA) | |
|------|------------------|---------------------|--------------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | | inomhus | utomhus | inomhus | utomhus |
| 2020 | 100 | 10 | 41 | 66 | 59 | 84 |
| | 100 | 100 | 30 | 55 | 38 | 63 |
| 2040 | 50 | 10 | 38 | 63 | 57 | 82 |
| | 50 | 100 | 27 | 52 | 36 | 61 |

Beräkning av monetära värden på bullernivåerna i tabell 14 sker utifrån värden och beräkningar presenterade i bilaga 5. Det monetära värdet för bullernivåerna redovisas i tabell 15. Trafikverket (2018) och dess rapport ASEK har endast presenterat basvärden för effekter som gäller för bullernivåer ljudmiljö (ekvivalentnivå) utomhus med störnings och hälsoeffekter vilket resulterar i enbart monetära värden för dessa bullernivåerna. Det går att urskilja en kostnadsreducering med ungefär 24 miljoner kronor (penningvärde 2014) och ungefär 35 miljoner kronor (penningvärde 2040) när endast mottagaravståndet ändras från 10 till 100 meter. När det gäller reduktion av lastbilsflödet till hälften av vad dagens fordonsmängd är blir resultatet en kostnadsreducering med ungefär 18 miljoner kronor (penningvärde 2014) och ungefär 26 miljoner kronor (penningvärde 2040) när mottagaravståndet har ändrats från 10 till 100 meter.

Tabell 15 Sammanställning av monetärvärdering av bullernivåer med störning och hälsoeffekter, kronor per år. 100% fordonsmängd motsvarar dagens lastbilsflöde 1741 f/d.

| Personer som störs (st) | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Kostnad för bullerstörningen (kr/år) | |
|----------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------|
| | | | Penningvärde | |
| 1000 | | | 2014 | Prognos 2040 |
| | 100 | 10 | 27 317 000 | 40 156 000 |
| | 100 | 100 | 3 529 000 | 5 188 000 |
| | 50 | 10 | 18 509 000 | 27 208 000 |
| | 50 | 100 | 985 000 | 1 448 000 |

Monetär nytta av reducerade bullernivåer från lastbilstrafik

Den monetära nyttan beräknas enligt bilaga 5. I tabell 16 finner man den monetära nyttan i enheten kronor per år genom att reducera lastbilsflödet i Helsingborgs hamn. Resultaten visar att nyttan blir ungefär 8,8 miljoner kronor (2014 års penningvärde) och ungefär 12,9 miljoner kronor (2040 års penningvärde) när lastbilsflödet reduceras med 50 procent och har mottagaravståndet 10 meter. När lastbilsflödet reduceras till 50 procent av dagens lastbilsflöde med mottagaravståndet 100 meter blir nyttan ungefär 2,5 miljoner kronor (2014 års penningvärde) och ungefär 3,7 miljoner kronor (2040 års penningvärde). Det blir ett procentuellt högre värde gällande nyttan för en reduktion av lastbilsflödet med storleksordningen 50 procent samt då mottagaravståndet 100 meter tillämpas gentemot när 10 meter tillämpas.

Tabell 16 Sammanställning av den monetära nyttan vid reducerad bullernivå, kronor per år

| Personer som störs (st) | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Nytta till följd av bullerreduktion (kr/år) | |
|----------------------------|---------------------|------------------------|---|--------------|
| | | | Penningvärde | |
| 1000 | | | 2014 | Prognos 2040 |
| | 50 | 10 | 8 808 000 | 12 948 000 |
| | 50 | 100 | 2 544 000 | 3 740 000 |

5.2 Utsläppsmängder, monetära värden och monetär nytta för effekter på lokal nivå

Utsläppsmängder vid dagens lastbilsflöde (1741 f/d)

Resultatet på utsläppsmängder för dagens lastbilsflöde redovisas i tabell 17 där enheten är kilogram per dygn. Beräkningarna för tabell 17 presenteras i bilaga 4. Resultaten på utsläppsmängderna som har lokala effekter visar att koldioxid har den högsta utsläppsmängden (15 390 kg/d) medan svaveldioxid har den lägsta utsläppsmängden (0,02 kg/d). Det är viktigt att tänka på att utsläppsmängderna endast gäller för lastbilsflödet som har körsträckan Helsingborgs kommun. Utsläppsmängden ska tolkas enligt följande mening för

varje enstaka utsläppsämne: utsläppsämne koldioxid, körsträcka Helsingborgs kommun där utsläppet är 15 390 kg för lastbilsflödet 435,25 f/d.

Tabell 17 Utsläppsmängder från olika utsläppsämnen vid körsträcka 34 km (Helsingborgsområde), kilogram per dygn

| | Helsingborg |
|---------------------------------|-------------|
| Koldioxid | 15 390 |
| Kväveoxider (NOx) | 22 |
| Kolväten (VOC) | 0,74 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 0,02 |
| Partiklar | 0,32 |

Monetära värden vid dagens trafikflöde (1741 f/d)

Det monetära värdet av utsläppsmängderna från tabell 17 presenteras i tabell 18 (exkl koldioxid eftersom dessa effekter inte finns på lokal nivå) där enheten är kronor per dygn. I bilaga 5 finner man beräkningsstegen för den monetära värderingen. Resultaten på monetära värden gällande lokala effekter redovisar att partiklar har högst monetärt värde (2058 kr/d) medan svaveldioxid har det lägsta monetära värdet (0,73 kr/d). Det är viktigt att tänka på att de monetära värdena endast gäller för lastbilsflödet som har körsträckan Helsingborgs kommun. De monetära värdena ska tolkas enligt följande mening för varje enstaka utsläppsämne: utsläppsämne kväveoxider, utsläppsmängd Helsingborgs kommun där utsläppet är 22 kg för lastbilsflödet 435,25 f/d vilket blir monetärt värde 492 kr/d (penningvärde 2014).

Tabell 18 Monetära värden från olika utsläppsämnen. Effekter på lokal nivå, kronor per dygn (Lastbilsflöde 1741 f/d)

| Lokala effekter (Helsingborg) | | |
|---------------------------------|------|--------------|
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Kväveoxider (NOx) | 492 | 713 |
| Kolväten (VOC) | 28 | 40 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 0,73 | 5 |
| Partiklar | 2058 | 2944 |

Utsläppsmängder vid reducerat lastbilsflöde (870,5 f/d)

I tabell 19 redovisas resultatet av utsläppsmängder i enheten kilogram per dygn utifrån ett fiktivt scenario enligt kapitel 4.4. Beräkningarna för tabell 20 presenteras i bilaga 4. Resultaten på utsläppsmängderna som har lokala effekter visar att koldioxid har den högsta utsläppsmängden (7695 kg/d) medan svaveldioxid har den lägsta utsläppsmängden (0,01 kg/d). Det är viktigt att tänka på att utsläppsmängderna endast gäller för lastbilsflödet som har körsträckan Helsingborgs kommun. Utsläppsmängden ska tolkas enligt följande mening för varje enstaka utsläppsämne: utsläppsämne koldioxid, körsträcka Helsingborgs kommun där utsläppet är 7695 kg för lastbilsflödet 217,625 f/d.

Tabell 19 Utsläppsmängder från olika utsläppsämnen vid körsträcka 34 km (Helsingborgsområde), kilogram per dygn

| | Helsingborg |
|---------------------------------|-------------|
| Koldioxid | 7695 |
| Kväveoxider (NOx) | 11 |
| Kolväten (VOC) | 0,37 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 0,01 |
| Partiklar | 0,16 |

Monetära värden vid reducerat trafikflöde (870,5 f/d)

Det monetära värdet av utsläppsmängderna från tabell 19 presenteras i tabell 20 (exkl koldioxid eftersom dessa effekter inte finns på lokal nivå) där enheten är kronor per dygn. I bilaga 5 hittar man beräkningsstegen för den monetära värderingen. Resultaten på monetära värden gällande lokala effekter redovisar att partiklar har högst monetärt värde (1029 kr/d) medan svaveldioxid har det lägsta monetära värdet (0,37 kr/d). Det är viktigt att tänka på att de monetära värdena endast gäller för lastbilsflödet som har körsträckan Helsingborgs kommun. De monetära värdena ska tolkas enligt följande mening för varje enstaka utsläppsämne: utsläppsämne kväveoxider, utsläppsmängd Helsingborgs kommun där utsläppet är 11 kg för lastbilsflödet 217,625 f/d vilket blir monetärt värde 246 kr/d (penningvärde 2014).

Tabell 20 Monetära värden från olika utsläppsämnen. Effekter på lokal nivå, kronor per dygn (Lastbilsflöde 870,5 f/d)

| Lokala effekter (Helsingborg) | | |
|---------------------------------|------|--------------|
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Kväveoxider (NOx) | 246 | 356 |
| Kolväten (VOC) | 14 | 20 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 0,37 | 2,63 |
| Partiklar | 1029 | 1472 |

Monetär nytta av reducerade utsläppsämnen från lastbilstrafik (870,5 f/d)

Den monetära nyttan vid reducerad utsläppsmängd till följd av minskad lastbilstrafik redovisas i tabell 21 där enheten är kronor per år. Beräkningarna för den monetära nyttan finns i bilaga 5. Resultatet för den totala monetära nyttan visar att det är störst bidrag från utsläppsämnena partiklar och kväveoxider. Partiklar motsvarar ungefär 80 procent av den totala monetära nyttan (penningvärde 2014) medan kväveoxider motsvarar ungefär 19 procent av den totala monetära nyttan. Tillsammans blir deras andel i monetär nytta ungefär 99 procent av den totala nyttan (penningvärde 2014). Denna andel återfinns också för penningvärde år 2040.

Tabell 21 Sammanställning av monetär nytta för reducerade utsläppsämnen, Effekter på lokal nivå, kronor per år

| Lokala effekter (Helsingborg) | | |
|-------------------------------|---------|--------------|
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Kväveoxider (NOx) | 73 800 | 107 100 |
| Kolväten (VOC) | 4200 | 6000 |
| Svaveldioxid (SO2) | 108 | 711 |
| Partiklar | 308 700 | 441 600 |
| Effekternas totala nytta | | |
| Helsingborg (2014) | 386 808 | |
| Helsingborg (2040) | 555 411 | |

5.3 Utsläppsmängder, monetära värden och monetära nyttor för effekter på global- och regional nivå

Utsläppsmängder vid dagens lastbilsflöde (1741 f/d)

I tabell 22 redovisas resultatet av utsläppsmängder i enheten kilogram per dygn. Beräkningarna för tabell 22 presenteras i bilaga 4. Resultaten på utsläppsmängderna som har globala och regionala effekter visar att koldioxid har den högsta utsläppsmängden (135 798 kg/d) medan svaveldioxid har den lägsta utsläppsmängden (0,18 kg/d). Utsläppsmängden för koldioxid i Helsingborg, tabell 17 presenteras igen då ämnet har globala effekter. Det är viktigt att tänka på att utsläppsmängderna endast gäller för lastbilsflödet som har körsträckan Skåne län. Utsläppsmängden ska tolkas enligt följande mening för varje enskilda utsläppsämne: utsläppsämne koldioxid, körsträcka Skåne län där utsläppet är 135 798 kg för lastbilsflödet 870,5 f/d. Om koldioxid istället har körsträcka Helsingborgs kommun blir utsläppsmängden 15 390 kg/d för lastbilsflödet 432,25 f/d.

Tabell 22 Utsläppsmängder från olika utsläppsämnen vid körsträcka 150 km (Skåne län). Koldioxid har körsträckan 34 km (Helsingborgs kommun), kilogram per dygn

| | Skåne | Helsingborg |
|---------------------------------|---------|-------------|
| Koldioxid | 135 798 | 15 390 |
| Kväveoxider (NO _x) | 195 | |
| Kolväten (VOC) | 7,17 | |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 0,18 | |
| Partiklar | 2,79 | |

Monetära värden vid dagens trafikflöde (1741 f/d)

Det monetära värdet av utsläppsmängderna från tabell 22 presenteras i tabell 23 där enheten är kronor per dygn. I bilaga 5 hittar man beräkningsstegen för den monetära värderingen. Resultaten på monetära värden gällande globala och regionala effekter redovisar att koldioxid (950 586 kr/d) samt kväveoxider (16 732 kr/d) har högst monetärt värde medan partiklar har det lägsta monetära värdet (0 kr/d). Det är viktigt att tänka på att de monetära värdena endast gäller för lastbilsflödet på respektive körsträcka (globala effekter har körsträckan Skåne och Helsingborg medan regionala effekter endast har körsträckan Skåne län). De monetära värdena ska tolkas enligt följande mening för varje enskilda utsläppsämne: utsläppsämne koldioxid, utsläppsmängd Skåne län där utsläppet är 135 798 kg/d för lastbilsflödet 870,5 f/d vilket blir monetärt värde 950 586 kr/d (penningvärde 2014). Samma sak gäller för koldioxid Helsingborgs kommun fast då med lastbilsflödet 432,25 f/d vilket har värdet 107 733 kr/d (penningvärde 2014).

Tabell 23 Monetära värden för olika utsläppsämnen. Effekter på global och regional nivå, kronor per dygn (Lastbilsflöde 1741 f/d)

| Globala effekter (Sverige) | | |
|---------------------------------|---------|--------------|
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Skåne koldioxid | 950 586 | 950 586 |
| Helsingborg koldioxid | 107 733 | 107 733 |
| Regionala effekter (Skåne) | | |
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Kväveoxider (NOx) | 16 732 | 24 514 |
| Kolväten (VOC) | 281 | 411 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 5 | 7 |
| Partiklar | 0 | 0 |

Utsläppsmängder vid reducerat lastbilsflöde (870,5 f/d)

I tabell 24 redovisas resultatet av utsläppsmängder i enheten kilogram per dygn. Beräkningarna för tabell 24 presenteras i bilaga 4. Resultaten på utsläppsmängderna som har globala och regionala effekter visar att koldioxid har den högsta utsläppsmängden (67 899 kg/d) medan svaveldioxid har den lägsta utsläppsmängden (0,09 kg/d). Utsläppsmängden för koldioxid i Helsingborg, tabell 19 presenteras igen då ämnet har globala effekter. Det är viktigt att tänka på att utsläppsmängderna endast gäller för lastbilsflödet som har körsträckan Skåne län. Utsläppsmängden ska tolkas enligt följande mening för varje enskilda utsläppsämne: utsläppsämne koldioxid, körsträcka Skåne län där utsläppet är 67 899 kg för lastbilsflödet 870,5 f/d. Om koldioxid istället har körsträcka Helsingborgs kommun blir utsläppsmängden 7695 kg för lastbilsflödet 217,625 f/d.

Tabell 24 Utsläppsmängder från olika utsläppsämnen vid körsträcka 150 km (Skåne län). Koldioxid har körsträckan 34 km (Helsingborgs kommun), kilogram per dygn

| | Skåne | Helsingborg |
|---------------------------------|--------|-------------|
| Koldioxid | 67 899 | 7695 |
| Kväveoxider (NOx) | 97 | |
| Kolväten (VOC) | 3,26 | |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 0,08 | |
| Partiklar | 1,39 | |

Monetära värden vid reducerat trafikflöde (870,5 f/d)

Det monetära värdet av utsläppsmängderna från tabell 24 presenteras i tabell 25 där enheten är kronor per dygn. I bilaga 5 hittar man beräkningsstegen för den monetära värderingen. Resultaten på monetära värden gällande globala och regionala effekter redovisar att koldioxid (475 293 kr/d) samt kväveoxider (8366 kr/d) har högst monetärt värde medan partiklar har det lägsta monetära värdet (0 kr/d). Det är viktigt att tänka på att de monetära värdena endast

gäller för lastbilsflödet på respektive körsträcka (globala effekter är körsträckan Skåne och Helsingborg medan regionala effekter endast har körsträckan Skåne län). De monetära värdena ska tolkas enligt följande mening för varje enstaka utsläppsämne: utsläppsämne koldioxid, utsläppsmängd Skåne län där utsläppet är 67 899 kg för lastbilsflödet 435,25 f/d vilket blir monetärt värde 475 293 kr/d (penningvärde 2014). Samma sak gäller för koldioxid Helsingborgs kommun fast då med lastbilsflödet 217,625 f/d vilket har värdet 53 867 kr/d (penningvärde 2014).

Tabell 25 Monetära värden för olika utsläppsämnen. Effekter på global och regional nivå, kronor per dygn (Lastbilsflöde 870,5 f/d)

| Globala effekter (Sverige) | | |
|---------------------------------|---------|--------------|
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Skåne koldioxid | 475 293 | 475 293 |
| Helsingborg koldioxid | 53 867 | 53 867 |
| Regionala effekter (Skåne) | | |
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Kväveoxider (NO _x) | 8366 | 12 257 |
| Kolväten (VOC) | 140 | 205 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 2,46 | 3,65 |
| Partiklar | 0 | 0 |

Monetär nytta av reducerade utsläppsämnen från lastbilstrafik (870,5 f/d)

Den monetära nyttan vid reducerad utsläppsmängd till följd av minskad lastbilstrafik redovisas i tabell 26 där enheten är kronor per år. Beräkningarna för den monetära nyttan finns i bilaga 5. Resultatet för den totala monetära nyttan visar att det är störst bidrag det globala utsläppsämnet koldioxid samt regionala utsläppsämnet kväveoxider. Utsläppsämnen koldioxid (Skåne) motsvarar ungefär 88 procent och kväveoxider motsvarar 1,6 procent av den totala nyttan (penningvärde 2014). Tillsammans blir deras andel i monetär nytta ungefär 90 procent av den totala nyttan (penningvärde 2014). Denna andel återfinns också för penningvärde år 2040.

Tabell 26 Sammanställning av monetär nytta för reducerade utsläppsämnen. Effekter på global och regional nivå, kronor per år

| Globala effekter (Sverige) | | |
|---------------------------------|-------------|--------------|
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Skåne koldioxid | 142 587 900 | 142 587 900 |
| Helsingborg koldioxid | 16 159 800 | 16 159 800 |
| Regionala effekter (Skåne) | | |
| Penningvärde (år) | 2014 | Prognos 2040 |
| Kväveoxider (NOx) | 2 509 800 | 3 677 100 |
| Kolväten (VOC) | 42 300 | 61 800 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 762 | 1005 |
| Partiklar | 0 | 0 |
| Effekternas totala nytta | | |
| Sverige och Skåne (2014) | 161 300 562 | |
| Sverige och Skåne (2040) | 162 487 605 | |

5.4 Känslighetsanalys för Buller Väg II

Parametrarna väglutning och medelhastighet har använts vid bestämning av bullernivå, väglutningen var tvungen att skattas och medelhastigheten var inte enligt skyltad hastighet på mätområdet. Skattade värden kan leda till mindre noggranna resultat vid beräkningar. Med denna osäkerhetsfaktor kommer en känslighetsanalys utföras för båda parametrarna.

Datorprogrammet fungerar på så vis att man matar in data och sedan får data ut, därför behövs bra indata för att få bra utdata och vice versa. Känsligheten för programmet kommer att studeras genom att ändra varje parameter, en åt gången vid presentation av resultat. Vid justering av respektive parameter kommer värdet jämföras med värdet som denna studien har använt. Denna jämförelse kommer att ge indikationer på hur noga resultaten blir med avseende på indata.

Ändring av parameter:

- **Väglutning:** från 20 promille till 10 promille ger att bullernivåerna enligt tabell 27, om väglutningen istället ändras från 20 promille till 30 promille blir bullernivåerna enligt tabell 28. Det går att utläsa att en skillnad finns då man har ett osäkert värde på väglutningen. Denna skillnad är inte stor, det skiljer 1 dBA reducering eller ökning för ljudmiljö (ekvivalentnivå) inom- och utomhus. Ingen ljudnivåförändring sker när ljudmiljö (maxnivå) studeras.
- **Medelhastighet:** från 30 km/h till 20 km/h ger bullernivåerna enligt tabell 29, om medelhastigheten istället ändras från 30 km/h till 40 km/h blir bullernivåerna enligt tabell 30. Vid jämförelsen finner man ingen skillnad överhuvudtaget, exakt samma värden uppmäts för 20 och 40 km/h gentemot studiens medelhastighet på 30 km/h.

Tabell 27 Ändrad parameter av väglutning: 10 promille. Sammanställning av bullernivåer från lastbilsflöden i hamnen, decibel med A-vägning (dBA). 100% fordonsmängd motsvarar dagens lastbilsflöde 1741 f/d.

| År | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Ljudmiljö (ekvivalentnivå dBA) | | Ljudmiljö (maxnivå dBA) | |
|------|------------------|---------------------|--------------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | | inomhus | utomhus | inomhus | utomhus |
| 2020 | 100 | 10 | 40 | 65 | 59 | 84 |
| | 100 | 100 | 29 | 54 | 38 | 63 |
| 2040 | 50 | 10 | 37 | 62 | 57 | 82 |
| | 50 | 100 | 26 | 51 | 36 | 61 |

Tabell 28 Ändrad parameter Väglutning: 30 promille. Sammanställning av bullernivåer från lastbilsflöden i hamnen, decibel med A-vägning (dBA). 100% fordonsmängd motsvarar dagens lastbilsflöde 1741 f/d.

| År | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Ljudmiljö (ekvivalentnivå dBA) | | Ljudmiljö (maxnivå dBA) | |
|------|------------------|---------------------|--------------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | | inomhus | utomhus | inomhus | utomhus |
| 2020 | 100 | 10 | 42 | 67 | 59 | 84 |
| | 100 | 100 | 31 | 56 | 38 | 63 |
| 2040 | 50 | 10 | 39 | 64 | 57 | 82 |
| | 50 | 100 | 28 | 53 | 36 | 61 |

Tabell 29 Ändrad parameter Medelhastighet: 20 km/h. Sammanställning av bullernivåer från lastbilsflöden i hamnen, decibel med A-vägning (dBA). 100% fordonsmängd motsvarar dagens lastbilsflöde 1741 f/d.

| År | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Ljudmiljö (ekvivalentnivå dBA) | | Ljudmiljö (maxnivå dBA) | |
|------|------------------|---------------------|--------------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | | inomhus | utomhus | inomhus | utomhus |
| 2020 | 100 | 10 | 41 | 66 | 59 | 84 |
| | 100 | 100 | 30 | 55 | 38 | 63 |
| 2040 | 50 | 10 | 38 | 63 | 57 | 82 |
| | 50 | 100 | 27 | 52 | 36 | 61 |

Tabell 30 Ändrad parameter Medelhastighet: 40 km/h. Sammanställning av bullernivåer från lastbilsflöden i hamnen, decibel med A-vägning (dBA). 100% fordonsmängd motsvarar dagens lastbilsflöde 1741 f/d.

| År | Fordonsmängd (%) | Mottagaravstånd (m) | Ljudmiljö (ekvivalentnivå dBA) | | Ljudmiljö (maxnivå dBA) | |
|------|------------------|---------------------|--------------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | | inomhus | utomhus | inomhus | utomhus |
| 2020 | 100 | 10 | 41 | 66 | 59 | 84 |
| | 100 | 100 | 30 | 55 | 38 | 63 |
| 2040 | 50 | 10 | 38 | 63 | 57 | 82 |
| | 50 | 100 | 27 | 52 | 36 | 61 |

6 Diskussion och slutsats

Diskussion

För att stärka litteraturstudien vid framtagande av information för buller och utsläppsberäkningar hade en intervjustudie varit en stark kompletterande metod. En intervjustudie gör att djupare information om exempelvis körsträckors variationer kan inhämtas, på så sätt kan detta leda till beräkningar på utsläppsmängder gällande olika körsträckor för lastbilstransporter i Helsingborgs hamn. På grund av rådande pandemin Covid-19 har det inte varit möjligt att genomföra intervjustudier.

I förordning (2015:216) presenteras riktvärden på buller utomhus, vilket är för ett sammanvägt buller av alla sorters trafikslag. I praktiken är det fler bullerkällor än lastbilar i Helsingborgs hamn vilket gör att denna slutsats inte går att dra men på grund av oklarheter om vad för riktvärden som gäller vid enstaka trafikslag dras slutsatsen att riktvärdena uppnås.

Vid användning av Buller Väg II beräknades bullernivåer genom att skatta ingångsvärden på parametrarna väglutning och körhastighet. Med hjälp av en känslighetsanalys av Buller Väg II studerades hur noga värdena på skattningarna är beroende på vad för resultatet programmet beräknar fram. Analysen visade att det fanns en liten skillnad då väglutningen inte skattas noggrant. Beroende på om väglutningen har värdet 10 eller 30 promille uppstår det en bullernivåskillnad för ljudmiljö (ekvivalentnivå) på 1 dBA. Detta värde är antingen 1 dBA mer eller 1 dBA mindre än värdet som resultatet på bullernivåer visar, se tabell 14 vilket inte är mycket men kan vara bra att tänka på när framtida beräkningar på bullernivåer utförs. Känslighetsanalysen studerade också parametern medelhastighet, vad den kom fram till var att det inte blev en skillnad i bullernivå om medelhastigheten ändrades till 20 km/h eller 40 km/h, resultaten blev oförändrade gentemot tabell 14.

I beräkningarna av utsläppsmängder har studien inte tagit hänsyn till faktorer som till exempel däcksort, fordonsvikt och körstil. Detta har inte behövts då emissionsfaktorer istället användes men som Aronsson (2007) presenterat leder detta till en förenklad bild av utsläppsmängder per kilometer.

Om inte en reduktion av trafikmängd implementeras kan man istället spekulera i ett byte av drivmedel. Mycket av lastbilsflottan i Sverige drivs av diesel, inte minst för transportfordonen i Helsingborgs hamn där majoriteten av lastbilarna använde diesel. Hållbara drivmedel sägs vara framtiden där många biltillverkare har inkluderat exempelvis alternativ såsom el i deras fordonsutbud, det är dock väldigt få tillverkare som producerar lastbilar som drivs med el. I nuläget behövs det mer forskning och teknologisk utveckling innan en större del av lastbilsflottan byter till el vilket gör att det inte än är lämpligt att tillämpa en sådan åtgärd. Med denna studien på reducerat lastbilsflöde kopplat till buller och luftföroreningar kan man konstatera att lägre utsläpp av luftföroreningar och buller uppnås, då man samtidigt kan se positiva samhällsekonomiska nyttor med åtgärden.

Slutsats

- Riktvärden från förordning (2015:216) uppfylls då dagens lastbilstrafikflöde används med mottagaravståndet 100 meter. Förordningen följs också när lastbilsflödet reduceras med 50 procent då bostäderna byggs samma mottagaravstånd som för dagens trafikflöde.
- Det finns högst procentuell monetär nytta när lastbilsflödet reduceras med 50 procent från dagens lastbilsflöde och mottagaravståndet 100 meter implementeras från bostadsområdet.
- Utsläppsmängderna för olika luftföroreningar förändras proportionerligt med trafikmängden.
- För en körsträcka i Helsingborgs kommun är lokala och globala effekter mest påtagliga. De utsläppsämnen som har högst bidragande nytta är partiklar, kväveoxider och koldioxid. Konsekvenserna blir då mindre hälsopåverkan, försurning av olika miljöer samt minskad global uppvärmning som är i linje med miljömålet Begränsad klimatpåverkan.

Exempel på förslag till fortsatt arbete:

- Är det möjligt att i praktiken reducera lastbilstrafiken till hälften av vad den är idag och vilka hinder finns med detta?
- Vilka monetära nyttor för buller och emissioner finns för trafiklagslagen båt, tåg etc. i Helsingborgs hamn?

7 Referenser

Ahlström, P. Bullerexpert Trivector, muntlig konversation 4/5–20

Ahlström, P. & Ericsson, E (2008) Miljö. I Hydén, C. (red.) *Trafiken i den hållbara i staden*. 3. Uppl., Lund: Studentlitteratur, s. 162

Alberer, D (2012). *Identification for automotive systems*. London: Springer Link

Aronsson, M. (2007), *Framtagande av en modell för att möjliggöra institutionsvis uppföljning av Göteborgs universitets koldioxidutsläpp*, magisteruppsats miljövetenskapligt program med naturvetenskaplig inriktning, Göteborgs Universitet.

Bengtsson, M., Garberg, B. & Martini, V. (2019). *Åtgärder för ökad andel godstransporter på järnväg och med fartyg*. Redovisning av regeringsuppdrag. Trafikverket

Benrick, P., PLsyu., PLväu., Wells L (2018), *Kartläggning av lastbilstransporter i brohamnar längs syd- och västkusten. Resultat från intervjuer med 2 500 lastbilschaufförer*. Borlänge: Trafikverket

Bertilson B, R., Braathen, I., Malmberg, S., Nilsson, B., Olsson, K., Persson, A., Schödin, G-I., Verovic, N., Zetterberg, B-Å (2009), *Riksintresset Helsingborgs hamn*. Länsstyrelsen i Skåne län. AB Danagårds Grafiska 2009

Blidberg, K., Dahlbom, L., Granbäck, S., Hagström, L., Johansson, I., Johansson, P. (2018), *Trafikverkets åtgärdsprogram enligt Förordning om omgivningsbuller, 2019–2023*. Borlänge: Trafikverket

Blomqvist, G., Ferm M., Gustafsson, M., Jonsson, P (2010), *Effekter av dammbindning av belagda vägar*. Linköping: VTI

Boverket (2003), *Buller Delmål 3 – Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Boverkets kopiering, Karlskrona 2003

Boverket (2019). *Buller vid detaljplanering*.

<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/buller-vid-detaljplanering/bullerutredningar/> [hämtad 12/4–20].

Boverket, Trafikverket, & SKL. (2015). *Trafik för en attraktiv stad; underlag till handbok*. Stockholm. Ltab, maj 2015

Bylund, U., Åkerlöf, L (1998) *Skönheten och oljudet*. Kommentus förlag. Stockholm

Bångman, G (2012) Introduktion till samhällsekonomisk analys. Trafikverket

Dahlbom, L., Eklöf, H., Johansson, C., Landerfors, L-O (2011), Miljöanpassad hastighet på E18. Trafikverket

Eveby, L., Franzén, U (2010), Miljözoner. Nationell och internationell nulägesbeskrivning. Trafikverket

Folkhälsomyndigheten (2019), Hälsoeffekter av buller och höga ljudnivåer. Finns endast som online publikation

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/h/halsoeffekter-av-buller-och-hoga-ljudnivaer/> [hämtad: 10/4–20]

Forsberg, B., Gustafsson, M., Lindén J, Orru, H., Sjöberg, K., Tang, L., Åström, S. (2018), Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts, IVL Swedish Environmental Research Institute

Gustavsson, M., (2012), Vägbeläggningar och PM₁₀. Sammanställning av Trafikverksfinansierade forskningsresultat kring hur vägbeläggnings egenskaper påverkar emissioner och egenskaper hos slitagepartiklar. Miljöförvaltningen Stockholm. Trafikverket

Gustafsson, M., Sjöberg, K., Tekie, H. & Åström, S. (2015), Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts in Sweden 2010. IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

Halvorsen, H. Chief Operation Officer, Helsingborgs hamn AB, E-mail konversation 25/3–20

Helsingborg stad (2014), Järnvägsnätsbeskrivning. Stadsbyggnadsförvaltningen Helsingborg
https://foretagare.helsingborg.se/wp-content/uploads/sites/2/2014/07/jarnvagsnatsbeskrivning_helsingborg_sbf.pdf [hämtad 12/4–20]

Helsingborg stad (2018), bostäder i Oceanhamnen
<https://hplus.helsingborg.se/etapper/oceanhamnen/bostader/> [hämtad 13/5–20]

Helsingborgs hamn (2020a), Helsingborgs Hamn – Containerspecialisten
<http://www.port.helsingborg.se/foretag/om-oss/containerspecialisten/> [hämtad 12/4–20]

Helsingborgs hamn (2020b), Vår mest öppna hamn – Nordhamnen
<http://www.port.helsingborg.se/allmanhet/vara-tre-hamnar/nordhamnen/> [hämtad 12/4–20]

Helsingborgs hamn (2020c), Färjetrafik Nordhamnen
<http://www.port.helsingborg.se/allmanhet/farjetrafiken/> [hämtad 12/4–20]

Helsingborgs hamn (2020d), Fokus på containerhantering
<http://www.port.helsingborg.se/allmanhet/vara-tre-hamnar/vasthamnen/> [hämtad 12/4–20]

Helsingborgs hamn (2020e), Spannmål, olja och RoRo
<http://www.port.helsingborg.se/allmanhet/vara-tre-hamnar/sydhamnen/> [hämtad 12/4–20]

Helsingborg stad (u.å), Bullerkarta 2016
<https://helsingborg.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a9a6defa7f2d471a9eaf8b8824aa253d> [hämtad 10/4–20]

Helsingborgs stad, 2010. ÖP 2010 - En strategisk översiktsplan för Helsingborgs utveckling, Helsingborg: Helsingborgs stad

IVL (2016), marknära ozon – upptäckten av ett helt nytt miljöproblem.
<https://www.ivl.se/toppmeny/om-ivl/ivls-historia/ozon.html> [hämtad 18/4–20]

Izzo, M., Myhr, A (2015), Lastbilars climateffektivitet och utsläpp. Trafikanalys: Stockholm

Karolinska Institutet (2014), Kvävedioxid
<https://ki.se/imm/kvaveoxid> [hämtad 18/4–20]

Luftvård, 6 upplagan (1997), Avdelningen för tillämpad miljövetenskap, Göteborgs universitet

Mattsing, J. (2014), Trängselskatten i Stockholm: En studie om dess effekter och främjande som styrmedel för fordonstrafiken och luftkvalitén. Kandidatuppsats Kungliga tekniska högskolan i Stockholm.

Miljödepartementet (2013), Så blev vår luft renare, en skrift med lösningar på problemen med luftkvaliteten. Regeringskansliet Miljödepartementet. Grafisk Service

Nationalencyklopedin (u.å), marknadsmisslyckande.
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/marknadsmisslyckande> [hämtad 4/4–20]

Naturvårdsverket (2019a), Riktvärden för buller från vägar och järnvägar vid nybyggnationer
<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Buller/Buller-fran-vagar-och-jarnvagar-nybyggnation/> [hämtad 12/4–20]

Naturvårdsverket (2019b), Luftföroreningar och dess effekter
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/> [hämtad 8/4–20]

Naturvårdsverket (2019c), Fakta om kolmonoxid i luft
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftforeningar/Kolmonoxid/> [hämtad 18/4–20]

Naturvårdsverket (2019d), Marknära ozon
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftforeningar/Marknara-ozon/> [hämtad 18/4–20]

Naturvårdsverket (2019e), Kväveoxider
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftforeningar/Kvaveoxider/> [hämtad 18/4–20]

Naturvårdsverket (2019f), Svaveldioxid
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftforeningar/Svaveldioxid/> [hämtad 18/4–20]

Naturvårdsverket (2019g), Luftguiden Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, utgåva 1 version 4. Arkitektkopia AB, Bromma 2019

Naturvårdsverket (2020), Miljö kvalitetsnormer
<https://www.naturvardsverket.se/mknluft> [hämtad 17/4–20]

Nilsson, T (2020), Luften i Helsingborg årsrapport 2019. Miljöförvaltningen Helsingborg

Proposition 2016/17:16 Godkännande av klimatavtalet från Paris. Stockholm: Miljödepartementet

Proposition 1996/97:53 Infrastrukturinriktning för framtida transporter. Stockholm: Kommunikationsdepartementet

Ramböll (2017), PM Luftkvalitet. Malmö: Ramböll Sverige AB

Ramböll (2015), ÅVS E4/E6/E20 Helsingborg Trafik. Malmö: Ramböll Sverige AB

Region Stockholm (2001), Hälsoeffekter av luftföroreningar, Miljömedicinska enheten

SFS 2015:216 Förordning om trafikbuller vid bostadsbyggnader. Finansdepartementet SPN

SFS 1998:808 Miljöbalken. Stockholm: Miljö- och energidepartementet

SMHI (2012). Partiklar. Senast uppdaterad 23 april 2014
<http://www.smhi.se/reflab/om-luftforeningar/luftforeningar/partiklar-1.19671> [hämtad 18/4–20]

Spanne, M (2018), Kväveoxidhalter utomhus på 30 platser i Malmö: en 5-årsuppföljning. Malmö stad, miljöförvaltningen

Sundin, J (2017), Väg eller järnväg vid transporter av gods – vad säger litteraturen? Borlänge: Transportstyrelsen

Sveriges Kommuner och Landsting (SKL), Trafikverket & Boverket (2015) *TRAST – Underlag till handbok*. 3. uppl., Borlänge: LTAB.
https://www.trafikverket.se/contentassets/347f069e6d684bfd85b85e3a3593920f/tra-st3_underlag_till_handbok.pdf

Statistiska Centralbyrån (2018), Hushållens boende 2017
<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/> [hämtad 13/5–20]

Statistiska Centralbyrån (u.å), Befolkningsstatistik 2019 Helsingborg
<https://kommunsiffror.scb.se/?id1=1283&id2=1281> [hämtad 10/4–20]

Stockholm stad (2013), åtgärder för att minska halten PM10 i Stockholm bilaga 3. Stadsledningskontoret: Förnyelseavdelningen

Svensson, H (2017) Föreläsning Trafiktekniska mätningar, Lunds Universitet

Trafikverket (2014), Val av vägbeläggning: kunskapsdokument. Trafikverket: Borlänge.

Trafikverket och SKL (2016). Vägars och gators utformning-Stödjande kunskap. 2016:083 red. Borlänge: Trafikverket & Sveriges Kommuner och Landsting

Trafikverket (2017a), Mått av ljudnivåer
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/matt-for-ljudnivaer/>
[hämtad 21/4–20]

Trafikverket (2017b), Buller från vägtrafik
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/buller-fran-vagtrafik/>
[hämtad: 12/4–20]

Trafikverket (2017c), Fakta om buller och vibrationer
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/> [hämtad 12/4–20]

Trafikverket (2017d), Trängselskatt och infrastrukturavgifter
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Trangselskatt--infrastrukturavgifter/> [hämtad 26/4–20]

Trafikverket (2017e) Trafikverkets handbok för vägtrafikens luftföroreningar. Bilaga 6 Emissionsfaktorer, bränsleförbrukning och trafikarbete. Trafikverket

Trafikverket (2018), Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Trafikverket

Trafikverket (2019), Vägtrafikens luftutsläpp
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/Luft/Vagtrafikens-utslapp/> [hämtad 18/4–20]

Trafikverket (2020a). Vägars och gators utformning-Begrepp och grundvärden. 2020:030. Borlänge: Trafikverket

Trafikverket (2020b) Kartläggning och åtgärdsprogram för buller enligt EU-direktiv
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/kartlaggning-och-atgardsprogram-for-bullerenligt-eu-direktiv/> [hämtad: 5/4–20]

Trafikverket (2020c), Vad gör Trafikverket åt buller och vibrationer
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafikbuller-och-vibrationer/vad-gor-trafikverket-at-buller-och-vibrationer/> [hämtad 5/4–20]

Transportstyrelsen (2014), Buller stör flest personer
<https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Buller/> [hämtad 12/3–20]

Transportstyrelsen (2020a), Avgaser
<https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Luftkvaliet-i-tatorter/Avgaser/> [hämtad 13/4–20]

Transportstyrelsen (2020b), Trängselskatt
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/trangselskatt/> [hämtad 26/4–20]

Trivector (u.å), Buller Väg II: snabbstart.

Världshälsoorganisationen (2006), WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005, Genève: World Health Organization.

8 Bilagor

Bilaga 1

Observationsschema av lastbilsflöde i Helsingborgs hamn

| Observationsschema mätning av antal lastbilar i Helsingborgs hamn | | | | |
|---|---------------------|---------------------|-------------------|---------------|
| Plats: Oljehamnsleden | | Datum: | | |
| Tid | Antal lastbilar | | Anteckningar | |
| | In till centralgate | Ut från centralgate | Tung/lätt lastbil | Med/utan släp |
| 7:00–7:20 | | | | |
| 8:00–8:20 | | | | |
| 9:00–9:20 | | | | |
| 10:00–10:20 | | | | |
| 11:00–11:20 | | | | |
| 12:00–12:20 | | | | |
| 13:00–13:20 | | | | |
| 14:00–14:20 | | | | |
| 15:00–15:20 | | | | |
| 16:00–16:20 | | | | |

Bilaga 2

Beräkningar av trafikflöde i enheten fordon per dygn

Observationsstudiens resultat visas i tabell 31

Tabell 31 Resultat på antalet lastbilar vid observationsstudie, enheten stycken fordon

| Tid | Antal lastbilar | |
|-------------|---------------------|---------------------|
| | In till centralgate | Ut från centralgate |
| 7:00–7:20 | 20 | 13 |
| 8:00–8:20 | 18 | 18 |
| 9:00–9:20 | 17 | 25 |
| 10:00–10:20 | 21 | 19 |
| 11:00–11:20 | 21 | 25 |
| 12:00–12:20 | 15 | 16 |
| 13:00–13:20 | 17 | 15 |
| 14:00–14:20 | 13 | 22 |
| 15:00–15:20 | 16 | 16 |
| 16:00–16:20 | 15 | 17 |

Klockslag: variabel k

Antalet lastbilar: variabel AL

Riktning: variabel R

- In till hamnen: variabel RI
- Ut från hamnen: variabel RU

Korrektionsfaktor timvariation (genomfart), se kapitel 4.5.2.2: variabel Kf

Mättningsresultat: variabel MR i enhet fordon per timme

$$\text{Ekvation: } MR = \frac{AL(RI)_k * 3}{Kf} \text{ och } MR = \frac{AL(RU)_k * 3}{Kf}$$

Tidperiod för mätningar 10 timmar: $\Sigma MR = \text{lastbilsantal per timme}$

Ekvation för fordon per dygn: $2,4 * \Sigma MR = \text{antalet fordon per dygn}$

Korrektion faktor för trafikflöde vid en specifik månad, se kapitel 4.5.2.2: variabel Kfm

Totala antalet fordon per dygn

Ekvation: $\text{fordon per dygn} * Kfm = \text{totala fordonsmängden per dygn}$

Bilaga 3

Uppgifter från Henric Halvorsen, Chief Operation Officer från hamn- och terminaldriftavdelningen visade följande siffor, se tabell 32 nedan vid antal containertransporter som utförs från olika transportslag:

Tabell 32 Antalet containertransporter av olika transportmedel. Källa: Halvorsen

| Antal containertransporter från lastbil till båt | Helår 2019 - Antal enheter(container) |
|--|---------------------------------------|
| LoLo enheter (container) - lastning | 77 737 |
| RoRo enheter(container) - lastning | 298 |
| Avdrag LoLo enheter (container) - lossats från CT/tåg till båt | -3 599 |
| Avdrag LoLo enheter (container) - lossats från Pendel/tåg till båt | -248 |
| TOTAL | 74 188 |
| | |
| Antal containertransporter från båt till lastbil | Helår 2019 - Antal enheter(container) |
| LoLo enheter (container) - lossning | 83 926 |
| RoRo enheter(container) - lossning | 1 032 |
| Avdrag LoLo enheter (container) - lastats på CT/tåg från båt | -10 779 |
| Avdrag LoLo enheter (container) - lastats på Pendel/tåg från båt | -2 508 |
| TOTAL | 71 671 |
| | |
| Antal containertransporter från lastbil till tåg | Helår 2019 - Antal enheter(container) |
| CT landledes enheter(container exkl trailers) - lastning | 3 749 |
| Pendel landledes enheter (container) - lastning | 661 |
| TOTAL | 4 410 |
| | |
| Antal containertransporter från tåg till lastbil | Helår 2019 - Antal enheter(container) |
| CT landledes enheter(container exkl trailers) - lossning | 7 173 |
| Pendel landledes enheter (container) - lossning | 2 753 |
| TOTAL | 9 926 |

Bilaga 4

Utsläppsmängd för emissioner från lastbilar i hamnen:

Parameterinformation

Utsläppsmängd vid dagens lastbilsflöde (1741 f/d) för Skåne och Helsingborg

Utsläppsämnen

- Koldioxid (CO₂), kväveoxider (NO_x), kolväten (VOC), svaveldioxid (SO₂) och partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5})

Emissionsfaktor betecknad med variabel *EF*. Enheten kilogram per kilometer för koldioxid (wheel to wheel) men resterande ämnens emissionsfaktorer har enheten gram per kilometer.

- CO₂ (WTW)= 1,04 (kg/km)
- NO_x= 1,49 (g/km)
- VOC= 0,0549 (g/km)
- SO₂= 0,001349 (g/km)
- Partiklar= 0,021349 (g/km)

Antalet fordon som körsträckan Skåne eller Helsingborg är bestämt enligt ett antagande i kapitel 4.5.2.1

Fordonsmängd betecknas med variabel *F_m* i enheten fordon per dygn

- Skåne: $F_{m1} = 870,5$ f/d
- Helsingborg: $F_{m2} = 435,25$ f/d

Hur långt lastbilarna kör i Skåne eller Helsingborg är bestämt enligt ett antagande i kapitel 4.5.2.1

Körsträcka betecknas med variabel *S*, i enheten kilometer:

- Skåne: $S_1 = 150$ km
- Helsingborg: $S_2 = 34$ km

Utsläppsmängd i Skåne betecknas med variabeln *U_{sm 1}* i enheten kilogram per dygn.

Utsläppsmängd i Helsingborg betecknas med variabeln *U_{sm 2}* i enheten kilogram per dygn.

Utsläppsmängd vid halverat lastbilsflöde (870 fordon/dygn) för Skåne och Helsingborg

Antalet fordon som kör transportsträckan Skåne eller Helsingborg är bestämt enligt ett antagande i kapitel 4.5.2.1.

Fordonsmängd betecknas med variabel Fm , i enheten fordon per dygn:

- Skåne: $Fm1 = 435,25$ f/d
- Helsingborg: $Fm2 = 217,625$ f/d

Lastbilsflöde 1741 f/d

Utsläppsmängder för olika utsläppsämnen i Skåne respektive i Helsingborg

Ekvation för utsläppsmängder i Skåne:

$$Usm\ 1 = Fm1 * S1 * EF$$

Ekvation för utsläppsmängder i Helsingborg:

$$Usm\ 2 = Fm2 * S2 * EF$$

Lastbilsflöde 870 f/d

Utsläppsmängder för olika utsläppsämnen i Skåne och Helsingborg

Beräkningar på mängden utsläpp vid halverad vägtrafik sker på samma sätt som för "trafikmängd 1741 f/d" men parametern fordonsmängd ändras till värdet för "trafikmängd 870 fordon/dygn" i parameterinformation (utsläppsmängd för emissioner från lastbilar i hamnen).

Bilaga 5

Monetärvärdering av buller:

Parameterinformation om buller

1. I tabell 6 finns kolumnerna total kostnad., kr per person och år, 2014 och total kostnad., kr per person och år, prognos för 2040 dessa har betecknats med variablerna *K1* och *K2*, i enheten kronor per person och år för kommande ekvationer
2. Antalet personer som störs är 1000 personer vilket presenteras i kapitel 4.4. Denna mängd personer betecknas med variabeln *P* i kommande ekvationer

Kostnad för bullernivåer där störning och hälsoeffekter är inräknade

Från tabell 14 inhämtas värden på ljudnivåer utomhus under kolumnen, ljudnivå (ekvivalentnivå, dBA) utomhus. Dessa värden på utomhusljudnivåer matchas med värden på ljudnivåer i tabell 6 där kolumnerna enligt nedanstående punkter avläses:

- Total kostnad., kr per person och år, 2014
- Total kostnad., kr per person och år, prognos för 2040

I kapitel 4.4 finns antalet personer som störs, värdet 1000.

Ekvation för bullerkostnad:

$$\text{Bullerkostnad} = P * K1$$

$$\text{Bullerkostnad} = P * K2$$

Monetärnytta vid reducerad bullernivå

För att ta reda på den monetära nyttan vid reducerade bullernivåer från vägtrafik, se tabell 14 subtraherar man kostnaden för bullerstörning vid 100 % fordonstrafik och vid dess respektive mottagaravstånd med kostnaden för bullerstörning vid 50 % fordonstrafik och vid dess mottagaravstånd.

Exempel: fordonsmängd 100%, mottagaravstånd 10 meter, kostnad år 2014: 27 317 000 kr/år subtraherat med fordonsmängd 50%, mottagaravstånd 10 meter, kostnad år 2014: 18 509 000 kr/år resulterar i monetär nytta för reducerad ljudnivå när 1000 personer störs av en viss ljudnivå. Samma beräkning utförs för den monetära nyttan av kolumnen prognos 2040 och vid mottagaravståndet 100 meter vid reducerad bullernivå.

Ekvation för den monetära nyttan vid reducerad bullernivå:

$$\text{Monetärnyttan} = 100\% \text{ fordonsmängd} - 50\% \text{ fordonsmängd}$$

Monetärvärdering lokala effekter

Lokala utsläpp monetärvärdering av luftföroreningar (totalt lastbilsflöde 1741 f/d):

Parameterinformation för luftföroreningar lokala effekter

1. Utsläppsmängder för olika luftföroreningar betecknas med variabeln U_{sm} , i enheten kilogram per dygn
2. Värderingsfaktor för lokala effekter i Helsingborg betecknas med variabeln V_{fl} , i enheten kronor per kilogram se tabell 8 i kapitel 3.5.2.
3. Värdet från exponeringsformeln betecknas med variabeln Ex_f
4. Exponeringsvärde betecknas med variabeln, Ex

Beräkningssteg för lokala utsläpps monetära värdering:

1. Utsläppsmängder av olika luftföroreningar, se tabell 17 och kolumnrubrik Helsingborg
2. Värderingsfaktor för lokala effekter i Helsingborg, se tabell 8 i kapitel 3.5.2 eller samma tabell här nedan.

Tabell 8 Värderna på luftföroreningars lokala effekter, kr/exponeringsenhet. Källa: Trafikverket (2018)

| | 2014 | Prognos 2040 |
|-------------------------------------|-------|--------------|
| Kväveoxid (NOx) | 2,0 | 2,9 |
| Kolväten (VOC) | 3,4 | 4,9 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 17,2 | 24,6 |
| Fina partiklar (PM _{2,5}) | 585,9 | 837,8 |

3. Exponeringsformel, se ekvation i kapitel 3.5.2 eller här nedan

$$\text{Exponering} = 0,029 * F_v * B^{0,5}$$

F_v är ventilationsfaktor för tätorten (exponering per person och kilo utsläpp)

B är tätortens folkmängd i antalet personer

Befolkningsmängd i Helsingborg: 147 734 personer

Ventilationsfaktor: 1,0

Resultat exponeringsformel för Helsingborg:

$$0,029 * 1 * 147734 \approx 11$$

4. Ekvation för exponering:

$$Ex = Exf * Vf1$$

Resultat exponering, kilogram per år:

Exponering av olika luftföroreningar, se tabell 33.

Tabell 33 Sammanställning exponering av olika luftföroreningar

| Utsläppsämnen | Exponering 2014 (kr/kg) | Exponering prognos 2040 (kr/kg) |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Kväveoxider (NOx) | 22 | 32 |
| Kolväten (VOC) | 38 | 55 |
| Svaveldioxid (SO2) | 38 | 274 |
| Partiklar | 6531 | 9339 |

5. Ekvation för beräkning av monetärt värde för lokala effekter av luftföroreningar

$$\text{Monetärt värde av utsläpp} = Ex * Usm$$

Monetärvärdering för utsläppsmängder (totalt lastbilsflöde 870,5 f/d):

Vid beräkning av monetära värden för en halverat lastbilsflöde, 1741 f/d till 870,5 f/d används tabell 19 istället för 17 på båda parametrarna, utsläppsmängder för olika luftföroreningar. De resterande beräkningarna utförs på likadant sätt som för lastbilsflöde 1741 f/d.

Monetärvärdering globala och regionala effekter

Monetärvärdering av utsläppsmängder koldioxid (totalt lastbilsflöde 1741 f/d):

Parameterinformation för koldioxid

1. Utsläppsmängd koldioxid betecknas med variabeln $U_{sm CO2}$, i enheten kilogram per dygn
2. Det monetära värdet för koldioxid är 7 kr/kg för både penningvärde (år) 2014 och 2040

Beräkningssteg för globala utsläpps monetära värdering:

1. Utsläppsmängd koldioxid Skåne, se tabell 22.

2. Ekvation för monetärvärde på utsläpp av koldioxid, enhet kronor per dygn:

$$\text{Monetärt värde koldioxid} = U_{sm} CO_2 * 7$$

Monetärvärdering av utsläppsmängder koldioxid lastbilsflöde 870,5 f/d:

1. Utsläppsmängd koldioxid Skåne, se tabell 24.
2. Ekvation för monetärvärde på utsläpp av koldioxid, enhet kronor per dygn:

$$\text{Monetärt värde koldioxid} = U_{sm} CO_2 * 7$$

Regionala utsläpp monetärvärdering av luftföroreningar (totalt lastbilsflöde 1741 f/d):

Parameterinformation för luftföroreningar regionala utsläpp

1. Utsläppsmängder för olika luftföroreningar betecknas med variabeln U_{sm} , i enheten kilogram per dygn
2. Värderingsfaktor för regionala effekter som betecknas med variabeln Vf_2 , i enheten kronor per kilogram

Beräkningssteg för regionala utsläpps monetära värdering:

1. Utsläppsmängd för olika luftföroreningar, se tabell 22 och kolumnrubrik Skåne.
2. Värderingsfaktor för regionala effekter i Skåne se tabell 7 i kapitel 3.5.2 eller samma tabell här nedan.

Tabell 7 Värden på luftföroreningars regionala effekter, kr/kg utsläpp. Källa: Trafikverket (2018)

| | 2014 | Prognos 2040 |
|---------------------------------|------|--------------|
| Kväveoxider (NOx) | 86 | 126 |
| Kolväten (VOC) | 43 | 63 |
| Svaveldioxid (SO ₂) | 29 | 43 |
| Partiklar | 0 | 0 |

Ekvation för monetärvärdering av utsläpp i Skåne:

$$\text{Monetärt värde av utsläpp} = U_{sm} * Vf_2$$

Monetärvärdering för utsläppsmängder vid lastbilsflödet 870,5 f/d:

Vid beräkning av monetära värden för en halverat lastbilsflöde, 1741 f/d till 870,5 f/d används tabell 24 istället för 22 på båda parametrarna, utsläppsmängder för olika luftföroreningar och vid monetärvärdering av koldioxid. De resterande beräkningarna utförs på likadant sätt som för lastbilsflöde 1741 f/d.

Monetär nytta (globala, regionala och lokala effekter) för reducerad utsläppsmängd av olika emissioner

För att ta reda på den monetära nyttan vid reduktion av luftföroreningar på global, regional och lokal nivå subtraheras värdena i tabell 18 med värdena i tabell 20 samt tabell 23 med värdena i tabell 25. Värdena på de olika utsläppsämnen i tabell 18 och tabell 23 används som basvärden för respektive beräkningar gällande den monetära nyttan. Se kolumner på värdena för respektive utsläppsämne och penningvärde i tabell 18 och 20 samt i tabell 23 och 25.

Den monetära nyttan för luftföroreningar och växthusgasen koldioxid brukar använda enheten kronor per år. Med antagandet att antalet arbetsdagar ungefär motsvarar 300 dagar på ett år räknas den monetära nyttan om till enheten kronor per år.

Ekvation

$$\text{Monetär nytta} = (\text{tabell 19} - \text{tabell 21}) * 300$$

$$\text{Monetär nytta} = (\text{tabell 23} - \text{tabell 25}) * 300$$

Effekternas totala nytta beräknas genom att summera alla värden i tabell 21 samt värdena i tabell 26. Viktigt är att summera monetära värden utifrån penningvärde (år) och att koldioxid för Skåne och Helsingborg summeras tillsammans i tabell 26.