



Nr U 6640
November 2022

Emissions- och spridningsberäkningar Helsingborgs Hamn

På uppdrag av Helsingborgs hamn AB

Sofie Petersson, Linda Styhre, Ågot Watne, Jana Moldanova, Rasmus Parsmo och Malin Gustafsson



Författare: Sofie Petersson, Linda Styhre, Ågot Watne, Jana Moldanova, Rasmus Parsmo och Malin Gustafsson

På uppdrag av: Helsingborgs hamn AB

Rapportnummer U 6640

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2022

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1 Inledning och syfte.....	5
1.1 Beräkningsscenarier	5
1.2 Områdesbeskrivning.....	6
2 Metod	7
2.1 Emissionsberäkningar.....	7
2.1.1 Beräknade emissioner	7
2.1.2 Nuläget.....	7
2.1.3 Emissioner från fartygen.....	8
2.1.4 Emissioner från lastbilar	9
2.1.5 Emissioner från lok	9
2.1.6 Emissioner från arbetsmaskiner	10
2.1.7 Fullt utnyttjat miljötillstånd	10
2.2 Spridningsberäkningar.....	10
2.2.1 Meteorologiska förhållanden	11
2.3 Urbana bakgrundshalter	12
2.4 Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål.....	13
3 Resultat och diskussion.....	13
3.1 Emissionsberäkningar.....	13
3.2 Spridningsberäkningar.....	17
3.2.1 Hamnens haltbidrag.....	17
3.2.2 NO _x	19
3.2.3 SO ₂	20
3.2.4 PM _{2.5}	21
3.2.5 Bensen	23
3.2.6 B(a)P.....	24
3.3 Jämförelse med MKN och miljömål.....	26
3.3.1 Bakgrundshalter i jämförelse med MKN och miljömål	26
3.3.2 Jämförelse mellan beräknat haltbidrag och bakgrundshalter	26
4 Minskade emissioner under byggtiden	28
4.1 Damningsreducerande åtgärder under byggtiden	28
4.2 Minskade emissioner från fordon, arbetsmaskiner och fartyg under byggtiden.....	29
5 Slutsats.....	30
6 Referenser.....	31
Bilaga 1. Spridningsmodell ADMS	32
Bilaga 2. Jämförelse haltbidrag och MKN och miljömål	33

Sammanfattning

Helsingborgs hamn kommer under 2020-talet omlokalisera containerterminalen. Flytten av terminalen medför krav på nytt miljötillstånd, där en utredning för verksamhetens utsläpp till luft ska ingå. IVL Svenska Miljöinstitutet har fått i uppgift att göra emissions- samt spridningsberäkningar avseende utsläpp till luft från hamnens verksamhet för sju olika utsläppsscenarioer.

Beräkningar av emissioner har gjorts utifrån en tidigare inventering som IVL gjorde för Helsingborgs hamn för år 2020. I det nu aktuella projektet har emissionerna uppräknats med 2 % avseende volymerna för samtliga trafikslag (tåg, lastbil, arbetsmaskiner och fartyg) mellan åren 2020 och 2021. Emissionerna innefattar växthusgaserna koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och dikväveoxid (N₂O) som anges som CO₂-ekvivalenter (CO₂-e). Därtill har även emissioner av kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO₂), kolväten (HC), samt partiklar (PM_{2.5}) beräknats.

Med hjälp av spridningsberäkningar har spridning av hamnens utsläpp av luftföroreningar beräknats med hänsyn till föroreningskällor, rådande meteorologi och topografi. Beräkningar har gjorts för sju olika utsläppsscenarioer. Resultatet har analyserats med avseende på miljö kvalitetsnormer (MKN) samt miljö kvalitetsmålets precisering.

Sjöfarten är den dominerande källan till utsläpp till luft från hamnens verksamhet och stod år 2021 för cirka 77 % av växthusgasutsläppen, och för mellan 91 % och närmare 100 % av övriga luftemissioner. Containerfartygen står i dagsläget för majoriteten av dessa utsläpp, där emissioner vid kaj är det driftläge som dominerar. Beräkning av framtida scenarioer visar att sjöfartens andel av de totala utsläppen ökar i framtiden när arbetsmaskiner och lok elektrifieras och utsläppen från lastbilar blir renare.

Emissionerna i Helsingborgs hamn minskar generellt sett över tid på grund av en ökad andel renare och effektivare fordon och fartyg. Dock innebär ett fullt utnyttjat miljötillstånd med ökade transportvolymerna och betydligt större fartyg, att växthusgaser trots detta riskerar att öka jämfört med basåret 2021. De olika beräknade scenarioerna visar att den helt klart viktigaste åtgärden för att minska emissionerna i hamnen är att fartygen använder landel vid kaj. Samtliga scenarioer med landel har betydligt lägre utsläpp av samtliga emissioner från fartyg än övriga scenarioer.

Analys av uppmätta urbana bakgrundshalter i luft i Helsingborg, indikerar att de totala halterna i nuläget inte överskrider MKN för något av de aktuella ämnena. Miljö kvalitetsmålets preciseringar klaras i alla fall förutom för bensen. Dessa resultat gäller dock för urban bakgrund, och halterna kan se annorlunda ut i gaturum där halterna av t.ex. NO₂ generellt är högre.

Jämförelse mellan de totala halterna i staden och beräknat haltbidrag från hamnen vid utvalda platser där människor vistas visar följande:

- Hamnens utsläpp av NO_x bidrar i nuläget till som mest upp mot 13 % av de totala halterna av NO₂.
- Utsläppen av SO₂ bidrar i nuläget som mest till 7 % av uppmätt urban bakgrundshalt.
- För PM_{2.5} och bensen utgör nuvarande haltbidrag från Helsingborgs hamn mindre än 1 % av de totala halterna i staden.
- För B(a)P saknas uppmätta urbana bakgrundshalter. I jämförelse med MKN utgör hamnens haltbidrag av B(a)P, vid de utvalda platserna där människor vistas i närheten av hamnens verksamhetsområde, som mest 11 % av MKN.

1 Inledning och syfte

Helsingborgs hamn kommer under 2020-talet omlokalisera containerterminalen. Flytten av terminalen medför krav på nytt miljötillstånd där en utredning för verksamhetens utsläpp till luft ska ingå.

På uppdrag av Helsingborgs Hamn har IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) utfört denna utredning som omfattar följande delar:

- Emissionsberäkningar
- Spridningsberäkningar
- Åtgärdsförslag för att minska emissioner under byggtiden

1.1 Beräkningsscenarier

Emissions- och spridningsberäkningar har gjorts för sju utsläppsscenarier. Metodiken för att räkna ut emissionerna för respektive scenario finns beskrivet i avsnitt 2.1 Emissionsberäkningar.

- **Scenario 1: Nuläge**

Basåret är satt till 2021. Beräkningar av emissioner utifrån den inventering som IVL gjorde för Helsingborgs hamn för år 2020 (Transportemissioner i Helsingborgs hamn 2020, IVL-Rapport U 6599), med uppräknings av volymerna för samtliga trafikslag mellan åren 2020 och 2021.

- **Scenario 2: Omlokalisering 2030**

Ny placering av containerhamnen med en volymökning på 2 % per år fram till 2030, för samtliga trafikslag, samt skärpta krav på NO_x-rening på fartygen.

- **Scenario 3: Omlokalisering 2030 inklusive landel**

Ny placering av containerhamnen med volymökning på 2 % per år fram till 2030, för samtliga trafikslag, skärpta krav på NO_x-rening på fartygen, samt att 10 % av containerfartygen använder landel.

- **Scenario 4: Omlokalisering 2040**

Ny placering av containerhamnen med volymökning på 2 % per år fram till 2040, för samtliga trafikslag, samt ytterligare skärpta krav på NO_x-rening på fartygen.

- **Scenario 5: Omlokalisering 2040 inklusive landel**

Ny placering av containerhamnen med volymökning på 2 % per år fram till 2040, för samtliga trafikslag, ytterligare skärpta krav på NO_x-rening på fartygen, samt att 100 % av containerfartygen använder landel.

- **Scenario 6: Fullt utnyttjande av miljötillstånd**

Ny placering av containerhamnen med Helsingborg hamns prognos över antal fordon och fartygsanlöp, samt skärpta krav på NO_x-rening på fartygen.

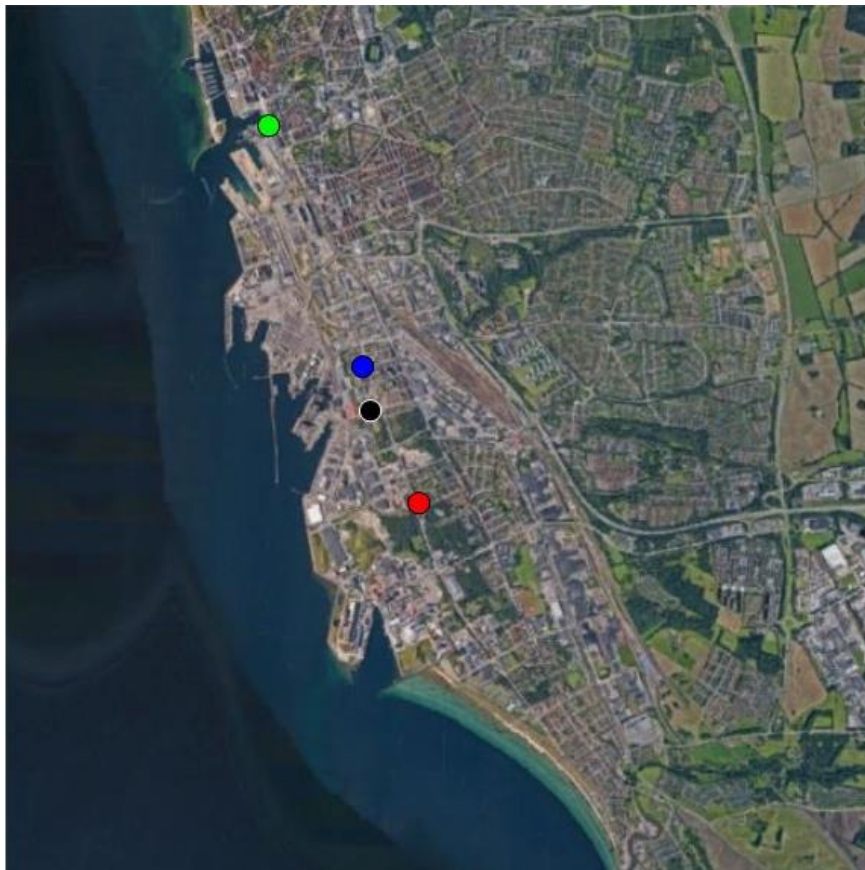
- **Scenario 7: Fullt utnyttjande av miljötillstånd inklusive landel**

Ny placering av containerhamnen med Helsingborgs hamns prognos över antal fordon och fartygsanlöp, skärpta krav på NO_x-rening på fartygen, samt att 100 % av containerfartygen använder landel.

1.2 Områdesbeskrivning

Figur 1 visar det område där spridningsberäkningar har utförts. De färgade punkterna visar position för ett antal utvalda platser där människor vistas i närheten av hamnens verksamhet. För dessa platser har hamnens haltbidrag för de olika beräkningsscenarierna analyserats mer ingående.

- Grön punkt – Kungstorget
- Blå punkt – Wienergatan 24
- Svart punkt – Västra Tallgatan 18
- Röd punkt – Industrigatan 81



Figur 1. Karta över Helsingborg som visar det område där spridningsberäkningar gjorts. De färgade punkterna representerar utvalda platser där människor vistas i närheten av hamnen.

2 Metod

2.1 Emissionsberäkningar

Nedan ges en beskrivning av metodik som använts vid emissionsberäkningarna. För mer detaljerad beskrivning av beräkningsmetod och indata hänvisas till rapporten *Transportemissioner i Helsingborgs hamn 2020* (Styhre et al., 2021).

2.1.1 Beräknade emissioner

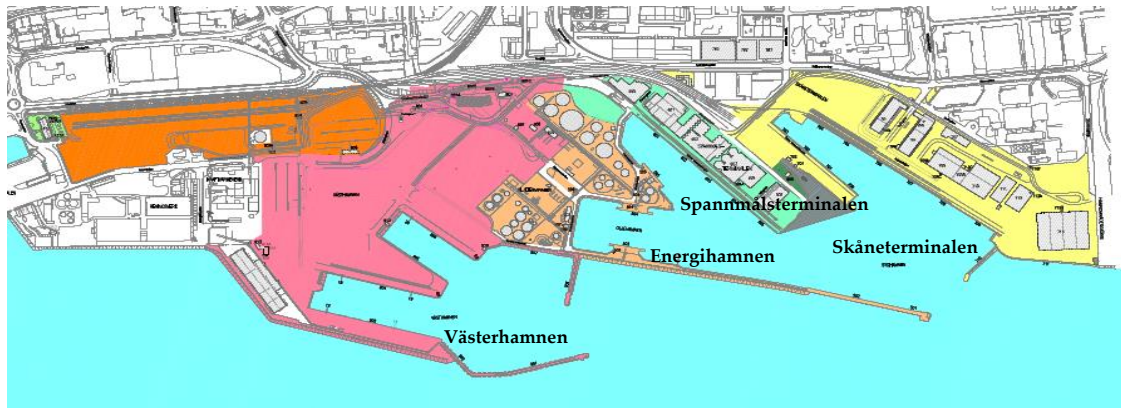
Emissionerna som beräknades för fartyg, lastbilar, tåg och arbetsmaskiner innefattar växthusgaserna koldioxid (CO_2), metan (CH_4) och dikväveoxid (N_2O) som anges som CO_2 -ekvivalenter ($\text{CO}_2\text{-e}$). Därtill har emissionerna av kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO_2), kolväten (HC), samt partiklar ($\text{PM}_{2.5}$) beräknats.

Växthusgaserna har beräknats både för förbränning av drivmedlet, s.k. Tank-to-Wheel (TTW) och ur ett livscykelperspektiv, s.k. Well-to Wheel (WTW). Klimatpåverkande emissioner ingår inte i spridningsberäkningarna, utan har tagits med då ett intresse finns för hur dessa förväntas utvecklas över tiden. I beräkningarna ingår enbart emissioner från avgaser och inte slitage från däck och vägbanor. För beräkningarna avseende partiklar innebär detta att alla partiklar antas vara mindre än 2,5 mikrometer, därför har $\text{PM}_{2.5}$ beräknats och inte större partiklar (PM_{10}). På grund av lastbilarnas låga fart inom hamnområdet samt genom staden, till och från hamnen anses utsläppen av partiklar som är större än 2,5 mikrometer inte vara lika omfattande som mindre partiklar.

Emissioner av bensen och bens(a)pyren (B(a)P) beräknades som andel av totala emissioner av HC. Baserat på Cooper et al. (2004) samt IVL:s mätningar i två H2020 projekt (EMERGE 2022, Scipper 2022). Bästa uppskattning för andel av B(a)P i HC-emissioner var $5,0 \times 10^{-6}$ (0,001‰, osäkerhetsintervall $5,0 \times 10^{-7} - 1,0 \times 10^{-3}$) och för andel av bensen var $6,0 \times 10^{-3}$ (6‰, osäkerhetsintervall $1,0 \times 10^{-3} - 1,3 \times 10^{-2}$). För omräkningen har den högsta siffran i intervallet antagits. Det vill säga bensen utgör 1,3 % av HC och B(a)P utgör 0,1 % av HC-emissionerna. Detta blir troligtvis en överskattning när det kommer till beräkningar avseende årsmedelvärden.

2.1.2 Nuläget

Beräkningar av emissioner har gjorts utifrån inventeringen IVL gjorde för Helsingborgs hamn för år 2020 (Styhre et al., 2021). Volymerna räknades upp med 2 % för samtliga trafikslag (tåg, lastbil, arbetsmaskiner och fartyg) mellan åren 2020 och 2021. För kajläge 903 i Västhamnen ansågs 2021 års data inte representativa med färre anlöp än för ett genomsnittligt år. Därför räknades antal fartygsanlöp för denna kaj upp från sex till 20 fartyg för 2021 jämfört med 2020. Även viss justering av tidigare emissionsinventeringar genomfördes, där fartyg som inte transporterar gods togs bort från beräkningarna. Detta gällde till exempel bunkringsfartyg, forskningsfartyg, servicefartyg och kustbevakningens fartyg. Emissioner från fartyg i farleden beräknades för att endast inkludera det geografiska området som ingick i spridningsmodelleringen, se Figur 1, vilket motsvarade en sträcka i farleden på 1,8 km. För nuläget har emissioner beräknats för samtliga nuvarande kajer med fartygsanlöp, se Figur 2.



Figur 2 Nuvarande kajer där dagens containerhantering sker i Västerhamnen.

2.1.3 Emissioner från fartygen

Med utgångspunkt från emissionerna för basåret 2021 beräknades förväntade emissioner för 2030 och 2040 för fartygens driftläge i farled, manövrering och vid kaj. Följande antagande gjordes för 2030:

- Samma godsvolymer både 2030 och 2040 som basåret 2021 för Västerhamnen (kaj 903) och Spannmålsterminalen (kaj 600–605)
- Skåneterminalen (kaj 700–709) avvecklas innan 2030
- Volymökning i Energihamnen med 2 % per år fram till 2030, men verksamheten avvecklas innan 2040
- Västerhamnens containerhantering flyttas innan 2030. Volymökning i ny containerterminal är 2 % per år fram till 2040, där två kajer kommer att användas för lossning och lastning.

Ingen energieffektivisering eller bränslebyte har antagits för fartygen för att hålla beräkningarna konservativa. Dock har hänsyn tagit till minskade utsläpp av kväveoxider från fartygen i samtliga scenarier för 2030 och 2040 till följd av beslutad lagstiftning som innebär att nybyggda fartyg måste uppfylla NO_x Tier III-kraven för utsläpp av kväveoxider om de ska segla i Östersjön och Nordsjön. Tabell 1 visar förväntad reduktion av emissionsfaktorerna för NO_x för åren 2030, 2040 och 2050 jämfört med 2021 års utsläpp till följd av att äldre fartyg över tiden fasas ut och ersätts med nyare och renare.

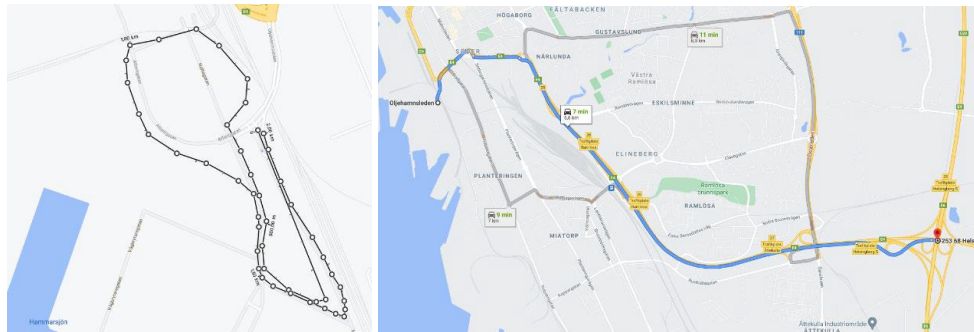
Tabell 1. Reduktion av NO_x för samtliga driftlägen för bränsle EO1 jämfört med 2021. Källa: SMED, 2020.

År	Reduktion av NO _x för internationell sjöfart
2030	0,847
2040	0,571
2050	0,312

För både 2030 och 2040 beräknades även scenarier där landel erbjuds för containerfartygen i hamn. För 2030 har vi antagits att 10 % av containerfartygen använder landel, och att samtliga gör det 2040 och 2050. Detta på grund av förväntad full effekt av ny EU-lagstiftning inom Fit for 55. Vissa emissioner kvarstår även vid landel, då det räknas med att inkoppling och urkoppling av landel tar 20 minuter vardera, samt att fartyg som ligger vid kaj kortare än två timmar inte kopplar upp på elnätet. Inga andra fartygssegment antogs ansluta till landel. Emissionerna från fartygen har fördelats längs farleden, på en yta för manövrering i hamnbassängen samt som punktutsläpp vid kaj.

2.1.4 Emissioner från lastbilar

För 2030 och 2040 har det antagits en volymökning med 2 % per år från basåret 2021. Beräkning av emissioner från vägtransporterna inkluderar en särredovisning av transport inom hamnområdet och från hamnens grindar till trafikplats Helsingborg Södra, vilket motsvarar en sträcka på cirka 6,5 km, se Figur 3. Gaten till hamnen förväntas ligga kvar vid befintlig plats även efter omlokaliseringen av containerterminalen, vilket innebär att vägsträckan genom staden förväntas bli den samma 2030, 2040 och 2050. Dock kommer lastbilsrörelserna inom hamnområdet att flytta söderut närmare containerhanteringen.



Figur 3. Transportsträckor för lastbilar inom hamnen (2 km) och från grind och fram till Trafikplats Helsingborg Södra (6,5 km).

Trafikverkets handbok för vägtrafikens luftföroreningar (Trafikverket, 2022) har använts för att inkludera förbättrade emissionsfaktorer för vägtransporter för 2030 och 2040. Emissionsfaktorerna visas i Tabell 2, där data för 2020 har använts som referensdata för basåret. Då uppgifter saknas för 2050 och det är stora osäkerheter i underlaget så långt fram, har emissionsfaktorer för 2040 års data även använts scenarierna för 2050.

Tabell 2. Emissionsfaktorer för lastbilar med släp. Källa: Trafikverket, 2022.

Stad 2020	Växthusgaser kg CO ₂ ekv./km (WTW)	Växthusgaser kg CO ₂ ekv./km (TTW)	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	PM _{avgas} g/km	SO ₂ g/km
Lastbil med släp 2020	1,20	0,81	1,10	0,04	2,30	0,035	0,002
Lastbil med släp 2030	0,40	0,27	0,33	0,03	1,50	0,017	0,002
Lastbil med släp 2040	0,33	0,23	0,31	0,03	1,60	0,016	0,001

2.1.5 Emissioner från lok

Emissioner från loken som opererar inom hamnområdet och till/från rangerbangården förväntas likt övriga volymer öka med 2 % per år. Från 2050 har antagits att alla rangerlok är elektrifierade. Samtliga emissioner från järnvägstransporterna är närmast försumbara (<1 %) för alla scenarier jämfört med övriga trafikslag. Operationsområdet för loken kommer att flyttas söderut när den nya containerterminalen öppnas, men rangerbangården förväntas ligga kvar på samma plats.

2.1.6 Emissioner från arbetsmaskiner

Arbetsmaskiner som ingår i nulägesbeskrivningen är terminaltraktorer, truckar, hjullastare, materialhanterare och mobilkran. Personbilar och lättare lastbil ingår inte. Dock förväntas samtliga emissioner från arbetsmaskinerna att försvinna redan till 2030 på grund av elektrifiering.

2.1.7 Fullt utnyttjat miljötillstånd

Underlag för beräkningar av emissioner från fordon och fartyg 2050 baseras på Helsingborgs hamns uppskattning av trafiken 2050 för ett fullt utnyttjat miljötillstånd, där höjd även tas för osäkerhetsfaktorer och extra marginal, se Tabell 3. Underlaget innehåller även förväntad fördelning av containerfartygen per storleksklass (från 120 meter upp till 300 meter), samt antal anlöp per vecka och genomsnittligt antal lossade/lastade container (TEU) för respektive fartygsstorlek.

Tabell 3. Hamnens kapacitet och behov vid fullt miljötillstånd 2050 (två värdesiffror).

Trafikslag	Dimensionerade
Containerfartyg	900
Övriga fartyg (Styckegods, projektgods, etc.)	120
Tågtransporter	3100
Lastbilar till hamnen	280000

För beräkning av emissioner i farled, vid manövrering och vid kaj har IVL:s emissionsberäkningsmodell använts med befintliga data för containerfartyg i respektive storleksklass och styckegodsfartyg (s.k. general cargo) i storleksklassen runt 7 000 GT. Tid vid kaj för containerfartygen har beräknats genom att anta att containerkranarna kan hantera 30 containrar i timmen samt att varje fartyg behöver en total ställtid på fyra timmar per fartyg. Tid vid kaj för styckegodsfartygen sattes till 40 timmar, vilket är ungefär så länge de i genomsnitt ligger vid kaj idag. Samtliga containerfartyg antas använda landel i Scenario 7 (dock med en in- och utkopplingstid som beskrivs i Kapitel 2.1.3), men inga av styckegodsfartygen.

Lok och arbetsmaskiner förväntas vara helt elektrifierade, och lastbilars emissionsfaktorer är samma som för 2040 (Trafikverket, 2022), där uppjustering av emissioner endast är gjord på grund av fler fordon.

2.2 Spridningsberäkningar

För att kunna genomföra en tillförlitlig spridningsberäkning krävs information om emissioner, meteorologi samt topografi och markanvändning. I detta projekt har ADMS 5.2 använts för att genomföra beräkningarna, se Bilaga 1 för modellbeskrivning. Den lokala meteorologin beräknades utifrån data från närliggande SMHI-stationer, se avsnitt 2.2.1. Spridningsberäkningarna utfördes med en upplösning på 50 x 50 m.

För spridningsberäkningarna behövs uppgifter för skorstenshöjd, teoretisk diameter på skorstenen, samt temperatur och hastighet på utsläppen ut ur skorstenen. Dessa uppgifter har tagits fram baserat på erfarenheter från olika emissionsmättningsprojekt ombord på fartyg samt diskussion med olika forskare som IVL samarbetar med.

Följande uppgifter har antagits:

- Temperatur: 300 °C
- Rökgashastighet: 18 m/s

Skorstensdiameter beräknades för vardera individuell emissionskälla. Spridningsmodellen beräknar emission från en källa som ett flöde av en bestämd volym av rökgas med en hastighet som utgår ifrån rökgasens temperatur, utsläppshastighet och skorstensdiameter. På detta sätt bestämmer modellen koncentrationen av det studerade luftföroreningsämnet, t.ex. NO_x, i rökgasen, utifrån den angivna emissionen och rökgasflödet. Eftersom det i modellkörningar används förenklade emissionsmönster, där man antar en konstant emission, representerar det modellerade rökgasflödet inte utsläpp från verkliga förhållanden, utan ett medelutsläpp över dygnet. För att uppnå en beskrivning av rökgasutsläpp som är konsistent med emissionsinventeringen, de realistiska koncentrationsförhållanden i rökgasplymen samt behålla korrekta uppgifter för plymlyft har rökgasflödet beräknats från den beräknade emission av CO₂ och en typisk CO₂-koncentration i fartygsplymen som uppskattades till 5,5 %. Modellen beräknar sedan skorstensdiameter utifrån rökgastemperatur (300 °C), uppskattad rökgashastighet (18 m/s), samt rökgasflöde.

Skorstenshöjden beräknades enligt formeln $h_{\text{ship}} = 12,77 + 0,11 \cdot \text{length}$ (Badeke, 2022).

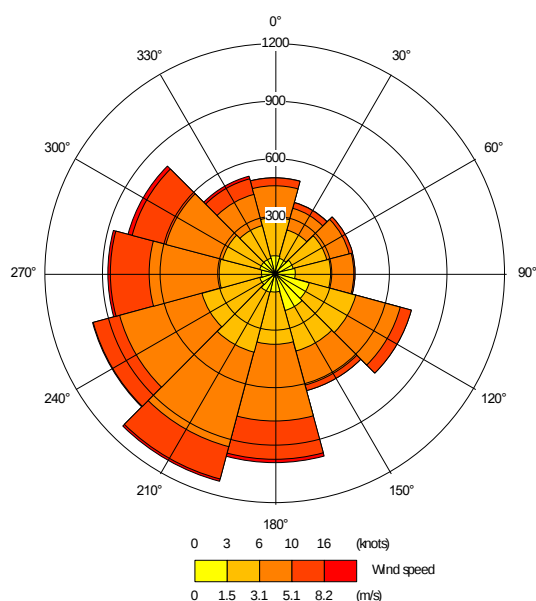
Genomsnittlig höjd för containerfartyg har ansatts till 30,2 m, samt för övriga fartyg 25,2 meter för 2030 och 2040. På grund av ökad fartygsstorlek för fullt utnyttjande av miljötillstånd blir höjden för containerfartygen 33,9 m för 2050.

2.2.1 Meteorologiska förhållanden

Luftföroreningar påverkas av olika meteorologiska faktorer såsom temperatur, vindhastighet, vindriktning och blandningshöjd. Låga temperaturer kan exempelvis medföra högre halter av vissa föroreningar på grund av fler inversionstillfällen (tillfällen med dålig luftblandning).

Eftersom meteorologiska förhållanden kan variera kraftigt från år till år används ofta ett så kallat meteorologiskt typår vid spridningsberäkningar. Ett typår är en sammansättning av månader från olika år som tillsammans bildar ett representativt år avseende typiska spridningsförutsättningar baserat på en objektiv väderklassificering (Lambs väderklasser) dygnsvis beräknat för 1989–2019 (Chen 2000). Genom att använda ett typår återspeglas ”normala” spridningsförhållanden för området. Underlaget till det meteorologiska typåret avseende vindhastighet, vindriktning, nederbörd, temperatur samt globalstrålning har hämtats från SMHI:s närliggande väderstationer.

I Figur 4 visas en vindros avseende det meteorologiska typår som tagits fram. Den dominerande vindriktningen var sydväst eller nordväst.



Figur 4. Vindros för typår med vindhastighet (m/s) och vindriktning (°). Radiens avstånd från centrum visar frekvensen av olika vindriktningar (Hz).

2.3 Urbana bakgrundshalter

Bakgrundshalter av NO₂, SO₂, PM_{2.5} och bensen redovisas i Tabell 4. Halterna har hämtats från SMHI:s dataportal för luftkvalitetsdata (<http://datavardluft.smhi.se/portal>).

- Data för NO₂ och SO₂ har tagits från mätstation Helsingborg Norr för år 2019, detta för att år 2021 var ett ofullständigt mätår och för att halterna år 2020 påverkats nämnvärt av Covid-19 pandemin.
- Data för PM_{2.5} har tagits från mätstation Helsingborg Söder från år 2021. Denna mätstation har klassificering "traffic", detta eftersom aktuella mätningar för PM_{2.5} för urban bakgrund har inte gjorts någonstans i området.
- Data för bensen har tagits från mätstation Helsingborg Norr år 2014, då inga senare mätdata för bensen finns tillgängliga för området.
- För B(a)P finns inga mätdata tillgängliga.

Tabell 4. Urbana bakgrundshalter i Helsingborg avseende årsmedelvärde för aktuella ämnen. Data hämtat från SMHI:s dataportal för luftkvalitetsdata.

Ämne	Årsmedelvärde (µg/m ³)
Kvävedioxid (NO ₂)	16
Svaveldioxid (SO ₂)	1,2
PM _{2.5}	8,2
Bensen	1,7

2.4 Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

Miljökvalitetsnormer (MKN) är en av flera olika typer av regleringar som finns i miljöbalken som ska bidra till att uppnå miljöbalkens syfte. De baseras huvudsakligen på krav i EU-direktiven. Regeringen har utfärdat en förordning med MKN för utomhusluft, luftkvalitetsförordningen (2010:477).

Gräns- och målvärdesnormerna för MKN, samt miljömålkvalitetsmålets preciseringar för respektive förorening redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Miljökvalitetsnormer (MKN), övre (ÖUT) och nedre (NUT) utvärderingströsklar och miljökvalitetsmålets preciseringar (miljömål) för NO₂, SO₂, PM_{2.5}, Bensen och B(a)P.

Ämne	Medelvärdesperiod	MKN (µg/m ³)	Miljömål (µg/m ³)
Kvävedioxid (NO ₂)	98-percentil (timmedelvärde)*	90	60
	98-percentil (dygnsmedelvärde)**	60	-
	Årsmedelvärde	40	20
Svaveldioxid (SO ₂)	98-percentil (timmedelvärde)*	200	-
	98-percentil (dygnsmedelvärde)**	100	-
	Årsmedelvärde***	20	-
Partiklar (PM _{2.5})	Årsmedelvärde	25	10
Bensen	Årsmedelvärde	5	1
Bens(a)pyren (B(a)P)	Årsmedelvärde	0,001	0,0001

* Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per år (98-percentil för helår).

** Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per år (98-percentil av dygnsmedelvärden)

*** Gäller bara för skydd av växtlighet, ej för människors hälsa.

3 Resultat och diskussion

I detta kapitel presenteras och diskuteras resultaten av emissionsberäkningarna (3.1), spridningsberäkningarna (3.2), samt beräknade halter i jämförelse med MKN och miljömål (3.3).

3.1 Emissionsberäkningar

Sjöfarten är den dominerande källan till utsläpp till luft från hamnens verksamhet. Totala emissioner per trafikslag för nuläget visas i Tabell 6. Emissionsberäkningar för Scenario 1: Nuläge. Samtliga emissioner är angivna i ton. Tabell 6. Sjöfarten stod 2021 för cirka 77 % av växthusgasutsläppen (TTW, tank-to-wheel), och för mellan 91 % och närmare 100 % för övriga luftemissioner. Containerfartygen står i dagsläget för majoriteten av dessa utsläpp, där emissioner

vid kaj är det driftläge som dominerar. Utveckling över tid visar att sjöfartens andel av det totala utsläppet ökar ytterligare när arbetsmaskiner och lok elektrifieras och lastbilar blir renare.

Tabell 6. Emissionsberäkningar för Scenario 1: Nuläge. Samtliga emissioner är angivna i ton.

	CO ₂ -e WTW	CO ₂ -e TTW	Kväve- oxider (NO _x)	Kolväten (HC)	Partiklar (PM _{2.5})	Svavel- dioxid (SO ₂)
Fartyg ej container	2640	2350	29,8	1,5	0,6	1,5
Fartyg vid kaj Västhamnen (kaj 903)	110	100	1,4	0,1	0,0	0,1
Fartyg vid kaj Energihamnen (503-505, OT)	700	620	6,4	0,4	0,1	0,4
Fartyg vid kaj Spannmålsterminalen (600-605)	590	520	6,7	0,3	0,1	0,3
Fartyg vid kaj Skåneterminalen (700-709)	1080	960	12,8	0,6	0,2	0,6
Fartyg i farled, 1.8 km	90	80	1,3	0,1	0,0	0,1
Fartyg manövrering i hamnbassängen	90	80	1,1	0,1	0,0	0,1
Containerfartyg	7550	6710	91,9	4,1	1,6	4,5
Fartyg vid kaj 904	4420	3930	50,4	2,4	0,9	2,4
Fartyg vid kaj 906	2170	1930	25,4	1,2	0,5	1,2
Fartyg i farled, 1.8 km	380	340	7,3	0,1	0,1	0,4
Fartyg manövrering i hamnbassängen	570	510	8,9	0,3	0,1	0,5
Totalt sjöfart	10190	9060	121,7	5,6	2,2	6,0
Tåg	40	40	0,2	0,0	0,0	0,0
Lastbilar i hamnområdet	300	270	1,6	0,0	0,0	0,0
Lastbilar på väg	950	840	4,5	0,1	0,1	0,0
Arbetsmaskiner	2220	1590	3,6	0,5	0,0	0,0
TOTALT ALLA TRAFIKSLAG	13700	11800	131,6	6,1	2,3	6,0

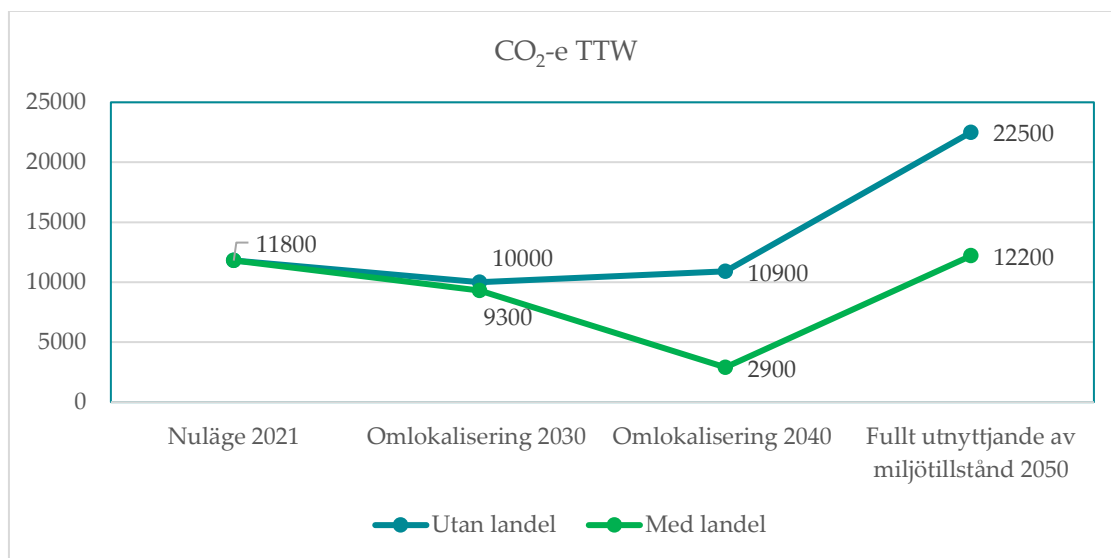
De totala emissionerna för samtliga trafikslag i de sju scenarierna visas i Tabell 7. Samtliga scenarier med landel har betydligt lägre utsläpp av samtliga emissioner än övriga scenarier. Detta gäller i synnerhet från 2040 när samtliga containerfartyg beräknas anslutas till elnätet i hamnen.

Tabell 7. Totala emissioner (ton/år) för scenarierna.

	CO ₂ -e WTW	CO ₂ -e TTW	Kväve- oxider (NO _x)	Kolväten (HC)	Partiklar (PM _{2.5})	Svavel- dioxid (SO ₂)
Scenario 1: Nuläge	13700	11800	132	6,1	2,3	6,0
Scenario 2: Omlokalisering 2030	11200	10000	113	6,0	2,3	6,3
Scenario 3: Omlokalisering 2030 inkl. landel	10500	9300	105	5,5	2,2	5,9
Scenario 4: Omlokalisering 2040	12300	10900	88	6,5	2,6	6,9
Scenario 5: Omlokalisering 2040 inkl. landel	3200	2900	28	1,5	0,7	1,9
Scenario 6: Fullt utnyttjande av miljötillstånd	28200	22500	79	9,9	4,3	13,6
Scenario 7: Fullt utnyttjande av miljötillstånd inkl. landel	15200	12200	29	2,4	1,5	7,2

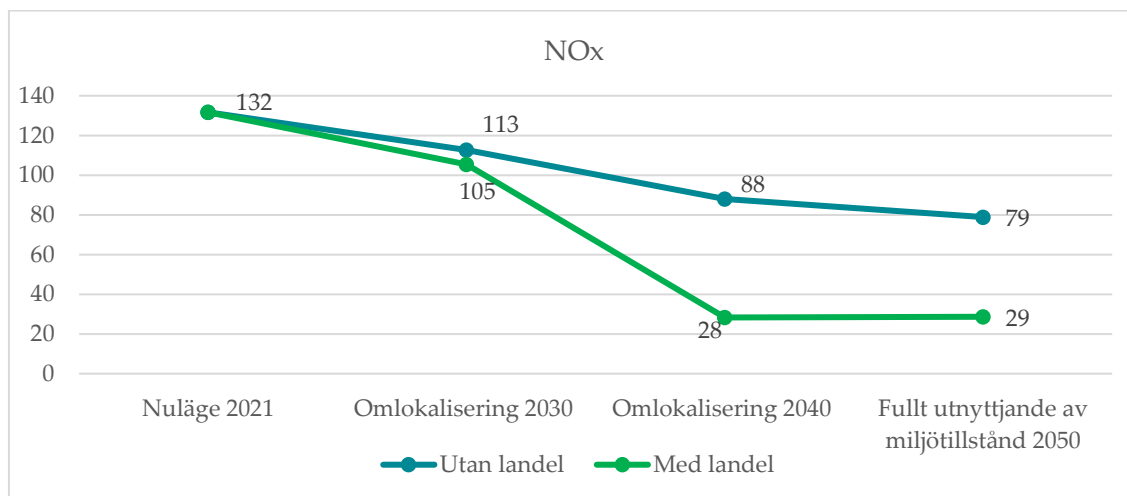
Utveckling av emissionerna över tid i Helsingborgs hamn beror generellt på introduktion av renare och effektivare fordon och fartyg, vilket dock motverkas av ökade transportvolymerna. Den helt klart viktigaste åtgärden för att kunna minska emissionerna är att använda landel vid kaj. Det har antagits att 10 % av containerfartygen ansluts till landel år 2030 och 100 % år 2040 och 2050. Övriga fartyg har antagits använda hjälpmaskiner och pannor vid kaj på samma sätt som idag. Det är mycket troligt att både styrmedel (främst Fit for 55 inom EU) och rederiers önskan att minska sina emissioner kommer att driva denna utveckling framåt intensivt de närmaste åren. Därför bedöms de scenarier som inkluderar landel att vara de mest sannolika, dvs. Scenario 3: Omlokalisering 2030 inkl. landel, Scenario 5: Omlokalisering 2040 inkl. landel, samt Scenario 7: Fullt utnyttjande av miljötillstånd inkl. landel.

I Figur 5 visas växthusgasutsläppen för de olika scenarierna, där den gröna linjen inkluderar landel. För att hålla beräkningarna konservativa har energieffektiviserande åtgärder och bränslebyte inte inkluderats. Dock är det troligt att dessa åtgärder, till exempel energieffektivare skrov och propellrar, reducerad designfart med lägre installerad effekt, inblandning av biodrivmedel, etc. kommer att minska emissionerna ytterligare.



Figur 5. Växthusgasutsläpp (CO₂-e TTW) för de olika scenarierna.

I Figur 6 visas utveckling av kväveoxider för de olika scenarierna med och utan landel. I dessa beräkningar har beslutat styrmedel om skärpt reglering av utsläpp av NO_x från fartyg tagits med i beräkningarna, vilket leder till en kraftig minskning av utsläppen även om transportvolymerna ökar.



Figur 6. Beräknade utsläpp av kväveoxider för de olika scenarierna.

3.2 Spridningsberäkningar

I följande avsnitt redovisas resultat från spridningsberäkningar avseende NO_x, SO₂, PM_{2.5}, bensen och B(a)P. Beräkningarna som utförts avser haltbidraget till luft från Helsingborgs hamns verksamhet och beräkningar är gjorda för de 7 olika scenarierna, se avsnitt 1.1.

För omräkningen av hur stor andel av HC som utgörs av bensen och B(a)P har den högsta siffran i intervallet, se avsnitt 2.1.1, antagits. Det vill säga bensen utgör 1,3 % av HC och B(a)P utgör 0,1 % av HC-emissionerna. Detta blir troligtvis en överskattning när det kommer till beräkningar avseende årsmedelvärden.

3.2.1 Hamnens haltbidrag

I Tabell 8 visas beräknat haltbidrag avseende årsmedelvärde respektive percentilvärden för dygn och timme för de aktuella ämnena. Haltbidragen som presenteras i tabellen är uttagna för fyra utvalda platser i centrala Helsingborg där människor vistas relativt nära hamnens verksamhetsområde.

Tabell 8. Beräknat haltbidrag som årsmedelvärde, samt som 98-percentil för dygn- och timmedelvärde, från Helsingborgs Hamn vid utvalda platser för de sju olika beräkningsscenarierna (se avsnitt 1.1).

Plats	Ämne	Medel- värdes- period	Scenario 1 (µg/m ³)	Scenario 2 (µg/m ³)	Scenario 3 (µg/m ³)	Scenario 4 (µg/m ³)	Scenario 5 (µg/m ³)	Scenario 6 (µg/m ³)	Scenario 7 (µg/m ³)
Västra Tallgatan 18	NO _x	Timme	10,5	8,2	7,6	6,6	2,4	5,6	2,8
		Dygn	5,9	4,1	3,8	3,4	1,1	3,0	1,4
		År	1,7	1,3	1,2	1,0	0,5	0,9	0,5
	SO ₂	Timme	0,4	0,5	0,4	0,5	0,1	1,1	0,6
		Dygn	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	0,3
		År	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01	0,1	0,06
	PM _{2.5}	År	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02
	Bensen	År	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,0004
	B(a)P	År	0,00008	0,00007	0,00006	0,00006	0,00002	0,00008	0,00003
Industri- gatan 81	NO _x	Timme	6,9	6,7	6,2	5,2	1,1	3,9	1,4
		Dygn	3,7	4,1	3,7	3,2	0,5	2,4	0,7
		År	0,8	0,9	0,8	0,7	0,2	0,6	0,2
	SO ₂	Timme	0,8	0,9	0,8	0,7	0,2	0,6	0,2
		Dygn	0,3	0,4	0,4	0,4	0,04	0,8	0,5
		År	0,2	0,2	0,2	0,3	0,02	0,5	0,3

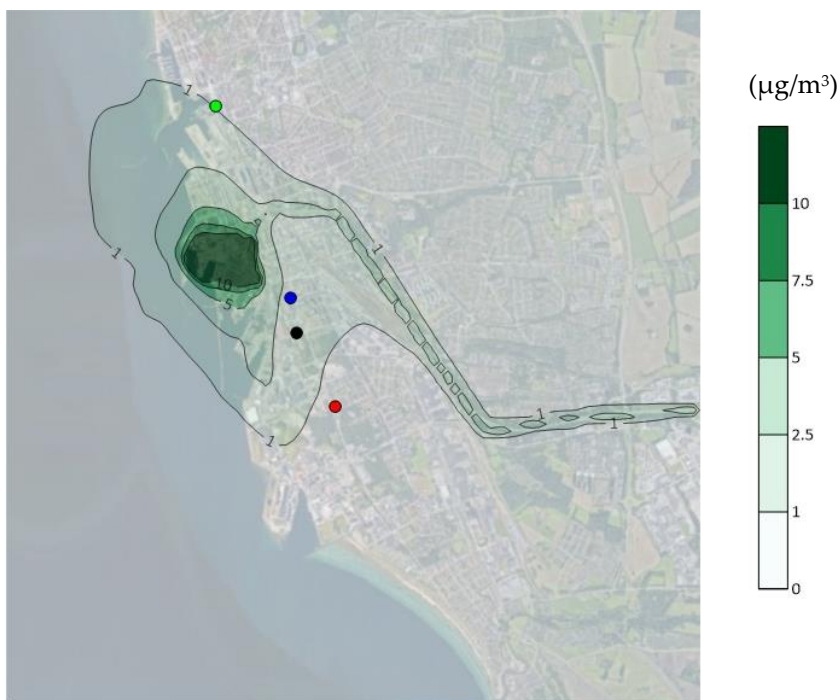
	PM _{2.5}	År	0,01	0,02	0,02	0,02	0,003	0,03	0,01
	Bensen	År	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,0001
	B(a)P	År	0,00004	0,00005	0,00004	0,00005	0,00001	0,00007	0,00001
Wienergatan 24	NO _x	Timme	14,7	6,1	5,9	5,2	3,2	4,9	3,3
		Dygn	7,6	3,4	3,2	3,0	1,5	2,5	1,8
		År	2,0	1,1	1,1	0,9	0,5	0,9	0,6
	SO ₂	Timme	0,6	0,3	0,3	0,4	0,1	0,8	0,4
		Dygn	0,3	0,2	0,2	0,2	0,04	0,4	0,2
		År	0,08	0,05	0,05	0,04	0,01	0,07	0,04
	PM _{2.5}	År	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01
	Bensen	År	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,0003
	B(a)P	År	0,0001	0,00005	0,00005	0,00005	0,00002	0,0001	0,00002
Kungstorget	NO _x	Timme	8,8	2,5	2,3	2,0	1,3	1,8	1,6
		Dygn	3,8	1,3	1,2	1,1	0,6	1,1	0,7
		År	1,0	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
	SO ₂	Timme	0,3	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3	0,1
		Dygn	0,1	0,06	0,06	0,06	0,01	0,1	0,06
		År	0,03	0,01	0,01	0,01	0,003	0,02	0,01
	PM _{2.5}	År	0,01	0,01	0,005	0,005	0,006	0,01	0,003
	Bensen	År	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	B(a)P	År	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,000005	0,00001	0,000005

I avsnitt 3.2.2 – 3.2.6 presenteras resultat från beräkningarna i form av spridningskartor. De scenarier som redovisas i kartform är de där de aktuella ämnena utgör de högsta och lägsta halterna avseende årsmedelvärden, samt nuvarande scenario 1. De högsta halterna ses generellt i scenario 1 eller 6 och de lägsta halterna i scenario 5.

I kartorna ses att haltbidraget till luft från hamnen är som störst på och väldigt nära verksamhetsområdet, samt delvis längs med E4:an. Utsläppshalterna avtar sedan relativt snabbt med ökat avstånd från hamnen. Beräkningarna visar på liknande spridningsmönster för alla scenarier och ämnen.

3.2.2 NO_x

Nedan presenteras spridningskartor för beräkningarna avseende årsmedelvärde av NO_x. Figur 7 visar scenario 1, vilket är det nuvarande utsläppsscenariot och även det beräkningsscenario med högst totala emissioner utsläpp av NO_x. Figur 8 visar scenario 5, vilket är det beräkningsscenario med lägst totala emissioner av NO_x, se Tabell 7.



Figur 7. Haltbidrag av NO_x beräknat som årsmedelvärde för scenario 1.



Figur 8. Haltbidrag av NO_x beräknat som årsmedelvärde för scenario 5.

3.2.3 SO₂

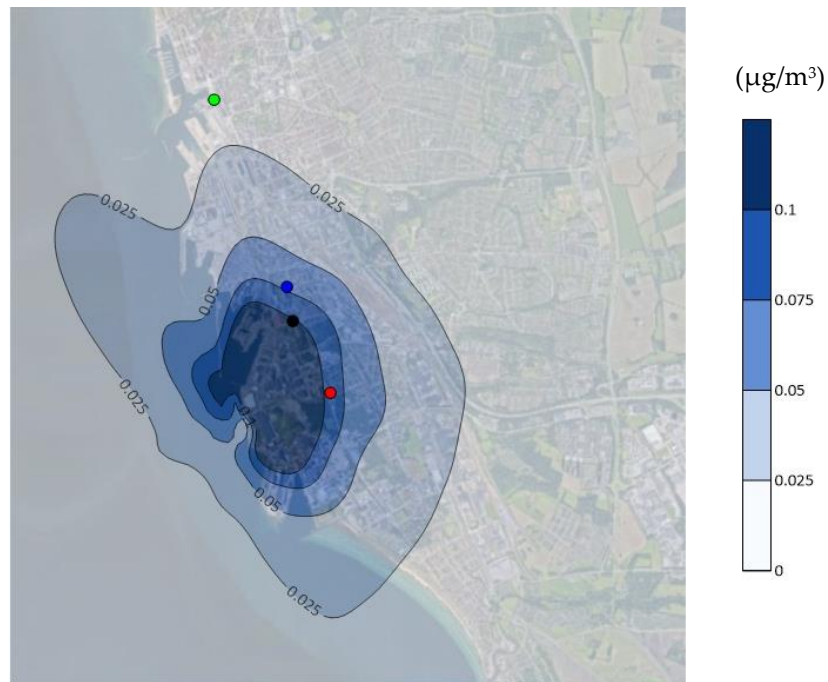
Nedan presenteras spridningskartor för beräkningarna avseende årsmedelvärde av SO₂. Figur 9 avser scenario 1, vilket är det nuvarande utsläppsscenariot. Figur 10 avser scenario 5, vilket är det beräkningsscenario med lägst totala emissioner av SO₂. Figur 11 visar scenario 6, vilket är det beräkningsscenario med högst totala emissioner av SO₂, se Tabell 7.



Figur 9. Haltbidrag av SO₂ beräknat som årsmedelvärde för scenario 1.



Figur 10. Haltbidrag av SO₂ beräknat som årsmedelvärde för scenario 5.



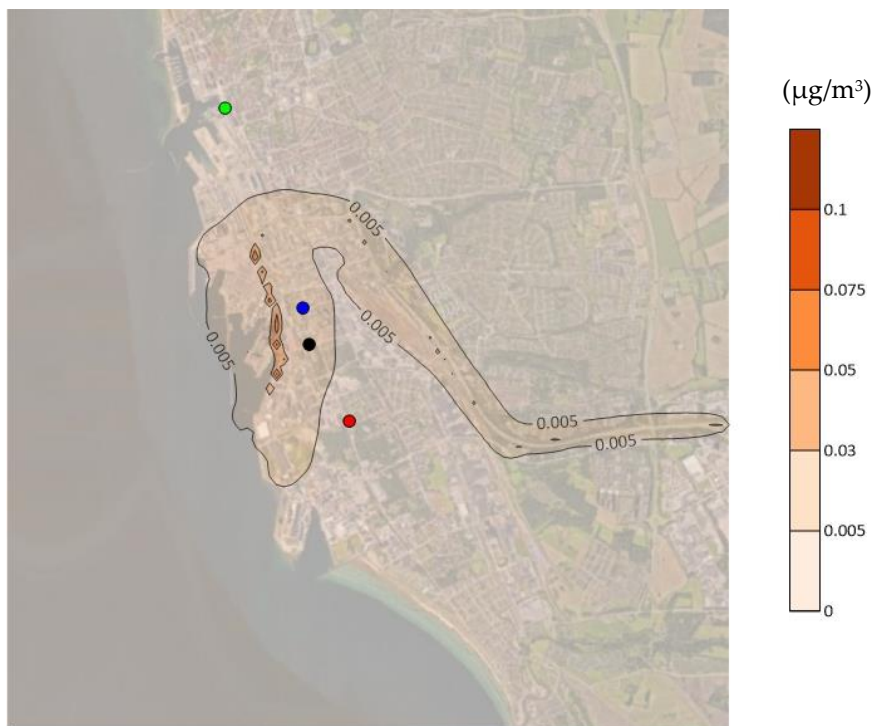
Figur 11. Haltbidrag av SO₂ beräknat som årsmedelvärde för scenario 6.

3.2.4 PM_{2.5}

Nedan presenteras spridningskartor för beräkningarna avseende årsmedelvärde av PM_{2.5}. Figur 12 avser scenario 1, vilket är det nuvarande utsläppsscenariot. Figur 13 avser scenario 5, vilket är det beräkningsscenario med lägst totala emissioner av PM_{2.5}. Figur 14 visar scenario 6, vilket är det beräkningsscenario med högst totala emissioner av PM_{2.5}, se Tabell 7.



Figur 12. Haltbidrag av PM_{2.5} beräknat som årsmedelvärde för scenario 1.



Figur 13. Haltbidrag av PM_{2.5} beräknat som årsmedelvärde för scenario 5.



Figur 14. Haltbidrag av PM_{2.5} beräknat som årsmedelvärde för scenario 6.

3.2.5 Bensen

Nedan presenteras spridningskartor för beräkningarna avseende årsmedelvärde av bensen. Figur 15 avser scenario 1, vilket är det nuvarande utsläppsscenario. Figur 16 avser scenario 5, vilket är det beräkningsscenario med lägst totala emissioner av bensen. Figur 17 visar scenario 6, vilket är det beräkningsscenario med högst totala emissioner av bensen, se Tabell 7.



Figur 15. Haltbidrag av bensen beräknat som årsmedelvärde för scenario 1.



Figur 16. Haltbidrag av bensen beräknat som årsmedelvärde för scenario 5.



Figur 17. Haltbidrag av bensen beräknat som årsmedelvärde för scenario 6.

3.2.6 B(a)P

Nedan presenteras spridningskartor för beräkningarna avseende årsmedelvärde av B(a)P. Figur 18 avser scenario 1, vilket är det nuvarande utsläppsscenariot. Figur 19 avser scenario 5, vilket är det beräkningsscenario med lägst totala emissioner av B(a)P. Figur 20 visar scenario 6, vilket är det beräkningsscenario med högst totala emissioner av B(a)P, se Tabell 7.



Figur 18. Haltbidrag av B(a)P beräknat som årsmedelvärde för scenario 1.



Figur 19. Haltbidrag av B(a)P beräknat som årsmedelvärde för scenario 5.



Figur 20. Haltbidrag av B(a)P beräknat som årsmedelvärde för scenario 6.

3.3 Jämförelse med MKN och miljömål

I följande avsnitt presenteras jämförelse mellan uppmätta urbana bakgrundshalter och MKN och miljömål, samt jämförelse mellan beräknat haltbidrag och uppmätta totalhalter. De beräknade halterna för NO_x jämförs med gränsvärden för NO₂ eftersom det saknas nationella gränsvärden för NO_x avseende hälsa. Det antas då att all NO_x omvandlas till NO₂ vilket ger en viss överskattning av de resulterade NO₂-halterna.

Tabeller med resultat från jämförelse mellan beräknat haltbidrag för utvalda platser och MKN och miljömål kan ses i Bilaga 2.

3.3.1 Bakgrundshalter i jämförelse med MKN och miljömål

En jämförelse mellan de urbana bakgrundshalter som finns tillgängliga för området och MKN och miljömål har gjorts för att se hur den nuvarande luftkvaliteten i Helsingborg är i relation till nationella gränsvärden (MKN) och miljömål. Efter jämförelse ses i Tabell 9 att inget av ämnena överskrider MKN på årsmedelsbasis. Halterna klaras i samtliga fall med minst 60 % marginal. I jämförelse med miljömål är marginalen för NO₂ samt PM_{2.5} mindre, och för bensen överskrider det nationella miljömålet med 70 %.

Urbana bakgrundshalter för B(a)P finns ej tillgängliga för området.

Tabell 9. Årsmedelvärden i urban bakgrund i Helsingborg i jämförelse med MKN och miljömål.

Ämne	Årsmedelvärde (µg/m ³)	MKN (µg/m ³)	Procentuell andel av MKN	Miljömål (µg/m ³)	Procentuell andel av miljömål
NO ₂	16	40	40 %	20	80 %
SO ₂	1,2	20	6 %	-	-
PM _{2.5}	8,2	25	33 %	10	82 %
Bensen	1,7	5	34 %	1	170 %

3.3.2 Jämförelse mellan beräknat haltbidrag och bakgrundshalter

I de uppmätta urbana bakgrundshalterna ingår även bidraget från hamnens nuvarande utsläpp till luft. Därför görs här en uppskattning av hur stor procentuell andel av bakgrundshalterna som utgörs av hamnens bidrag, med avseende på årsmedelvärde och nuvarande utsläppsscenario (scenario 1). Detta för att få en bild av hur en eventuell ökning eller minskning av hamnens haltbidrag påverkar de totala luftföroreningshalterna i Helsingborg. Beräknade halter för NO_x jämförs med uppmätta halter för NO₂.

Utifrån jämförelsen ses i Tabell 10 att Helsingborgs hamns verksamhet i nuläget främst bidrar till de totala halterna av NO₂. För Wienergatan 24 och Västra Tallgatan 18, vilka är de punkter som ligger närmast hamnen, är hamnens bidrag 13 % respektive 10 %. För platser längre bort från hamnen är den procentuella andelen lägre. Ett liknande mönster ses för SO₂, där andelen som bidraget från hamnen utgör uppgår till 6,7 % vid Wienergatan 24. För PM_{2.5} och bensen utgör hamnens bidrag i nuvarande scenario inte några betydande andelar av de totala uppmätta halterna. I beräkningarna som gjorts ingår endast avgaspartiklar från transporter och inte de slitage- och resuspensionspartiklar som fordonen genererar.

För B(a)P finns inga mätningar att jämföra med. I Bilaga 2, där beräknat haltbidrag av B(a)P jämförs med MKN, ses att hamnens utsläpp av B(a)P som mest utgör 11 % av MKN, detta vid Wienergatan 24 för scenario 1. För resterande scenarier och utvalda platser är den procentuella andelen mindre än 10 %.

Tabell 10. Procentuell andel som Helsingborgs Hamns nuvarande utsläpp (scenario 1) utgör av uppmätta totalhalter i urban bakgrund i Helsingborg (se avsnitt 2.3).

Plats	Ämne	Uppmätt årsmedelvärde (µg/m ³)	Procentuell del som haltbidrag från hamnen utgör av totalhalter (Scenario 1)
Västra Tallgatan 18	NO ₂	16	10 %
	SO ₂	1,2	5,8 %
	PM _{2.5}	1,7	0,4 %
	Bensen	8,2	0,06 %
Industrigatan 81	NO ₂	16	5 %
	SO ₂	1,2	2,5 %
	PM _{2.5}	1,7	0,1 %
	Bensen	8,2	0,03 %
Wienergatan 24	NO ₂	16	13 %
	SO ₂	1,2	6,7 %
	PM _{2.5}	1,7	0,4 %
	Bensen	8,2	0,08 %
Kungstorget	NO ₂	16	6 %
	SO ₂	1,2	2,5 %
	PM _{2.5}	1,7	0,1 %
	Bensen	8,2	0,05 %

4 Minskade emissioner under byggtiden

I följande avsnitt föreslås lämpliga åtgärder för att minska emissionerna under byggtiden av den nya containerhamnen. Åtgärdsförslagen inkluderar hur hamnen kan minska emissioner från diffusdamning (4.1) samt minska emissioner från förbränningsmotorer (4.2) under byggtiden.

4.1 Damningsreducerande åtgärder under byggtiden

Byggnationen av den nya hamnen kommer medföra utsläpp av diffus damning från vägar, upplagsytor, öppna ytor samt hantering av material som lastning och lossning. Identifierade källor till diffus damning under byggtiden redovisas i Tabell 11. Utsläpp av diffus damning kan leda till nersmutsning av närområdet samt bidra till utsläpp av partiklar från verksamheten. Utsläpp av diffus damning påverkas av verksamhetens aktiviteter, meteorologiska förhållanden och även damningsbenägenheten hos materialen. Till skillnad från partikelemissioner från en förbränning är diffusa partikelemissioner betydligt mer komplicerade att definiera, kvantifiera och åtgärda. Nedan redovisas förslag till åtgärder för att minska emissioner från diffus damning under byggnationstiden. De åtgärder som föreslås bygger på rapporten "Guide till damningsreducerande åtgärder" (Gustafson m.fl., 2020a).

Tabell 11. Identifierande utsläppskällor från verksamheten samt faktorer som styr emissionerna från utsläppskällorna.

Emissionskälla	Faktorer som styr emissionerna
Lastning/lossning	Antal ton lastat/lossat material, tipphöjd, vindhastighet, densitet på material
Uppvirvling av damm från vägar	Fordonshastighet, fordonsegenskaper vindhastighet, vägyta
Vinddriven damning från upplag/ytor	Tillstånd på ytan, material, vindhastighet
Markarbete (sprängning/borring)	Tillstånd på ytan, material, utsläppshöjd, vindhastighet

Uppvirvling av damm från vägarna kommer troligen vara den största källan till diffus damning under byggnationstiden. För att minimera emissioner från asfaltsvägar behövs en effektiv städrutin så att material inte samlas upp på vägarna. Detta gäller även för asfaltsvägarna som leder ut från byggplatsen. För att trafik som lämnar området inte ska bidra till nersmutsning av vägarna utanför området, är en hjul- och underredstvätt en möjlig åtgärd. Även körsätt påverkar hur mycket det dammar från transporter, till exempel hastighet, acceleration och inbromsning har stor påverkan på damningsintensiteten. Reducering av fordonshastighet minskar t.ex. uppvirvlingen av material.

Även utsläpp av diffus damning från lastning och lossning kommer vara en källa till den diffusa damningen under byggtiden. Inbyggnation och övertäckning av lastning och lossning är en effektiv åtgärd för att minska spridningen av damningspartiklar, men det är inte alltid en praktiskt genomförbar åtgärd. En enklare och billigare åtgärd att arbeta med är att sänka tipphöjden för det som lastas/lossas. Det minskar både utsläppen och möjligheten för spridning av dammet. Även vattenbegjutning och snökanoner kan användas för att minska utsläppen från lastning och lossning.

Markarbete, inkluderat sprängning och borrhning, som krävs för att anlägga hamnen kan leda till diffus damning. Sprängning orsakar ofta ett kortvarigt större punktutsläpp av partiklar. Spridningen av de partiklar som släpps ut beror på väderförhållande och hur högt upp över marken partiklarna kommer. Vinden kan lätt ta tag i partiklar som har lyfts från marken och sprida utsläppen. För att reducera emissionerna av partiklar bör sprängning planeras utifrån de meteorologiska förhållandena (Gustafsson m.fl., 2020a), där förhållanden som nederbörd och låg vindhastighet är gynnsamma för minskning av dammspridning. Damningen från borrhning kan minskas genom dammsugning och borrhkax och uppsamling i säckar eller genom att skumbegjuta.

Vinden kan i sig orsaka att partiklar lyfts från marken. Vid låga till måttliga vindhastigheter bidrar den passiva damningen relativt lite i förhållande till andra dammande aktiviteter (Gustafsson m.fl., 2020a), men under torra väderförhållanden i kombination med höga vindhastigheter kan det vara ett betydande bidrag från diffus damning från ytor. I perioder med ogynnsamma förhållanden, kan vattenbegjutning vara ett alternativ för att minska utsläppen från diffus damning från ytor.

4.2 Minskade emissioner från fordon, arbetsmaskiner och fartyg under byggtiden

Ombyggnationen i Helsingborgs hamn kommer att generera behov av stora transportflöden till och från samt inom hamnområdet. Följande åtgärder föreslås för att minska transportrelaterade emissioner:

Effektivare logistik: Planering av flödena in och ut ur hamnen, samt inom hamnområdet för att effektivisera de transporter som behöver genomföras och undvika de onödiga transporterna. På så sätt kan man till exempel minska tomma returtransporter och tomgångskörning i väntan på lastning eller lossning, undvika rusningstrafik med köbildning, öka lastbilars fyllnadsgrad, etc.

Ökad användning av trafikslag med längre miljöpåverkan: Stora byggprojekt som det som planeras i Helsingborgs hamn genererar mycket omfattande lastbilstransporter som bidrar till utsläpp till luft, köer på vägarna, buller och klimatpåverkan. Ett sätt att minska denna problematik är att se över möjligheten att använda järnvägen eller sjövägen för både in- och uttransporter. Järnväg finns i hamnen och dess miljöpåverkan är mycket låg. Det finns även exempel i andra byggprojekt på att pråmar använts för att föra ut sprängsten och massor. Alternativa transportlösningar bör undersökas tidigt i projektet där dess miljö- och kostnadseffektivitet bör jämföras med traditionella vägtransporter.

Krav på fordon, fartyg och arbetsmaskiner med alternativa bränslen och hög energieffektivitet: Vid upphandling av entreprenör kan krav ställas på hur transporterna ska utföras. Den åtgärd som ger störst effekt på klimat och luftkvaliteten är att använda alternativa bränslen (till exempel biogas och biodiesel som HVO) och eldrift. Större och längre fordon och fartyg är oftast mer energieffektiva vid god fyllnadsgrad. Krav kan också ställas på att endast nyare lastbilar får

användas (i dagsläget Euroclass 6), då det är stor skillnad på utsläppen mellan euroklasserna. Elektrifieringen går snabbt inom segmentet arbetsmaskiner där maskiner med eldrift blivit vanligare förekommit under senare år, och utveckling av vätgasfordon pågår. Även krav kan ställas på att chaufförerna för både lastbil och arbetsmaskiner ska ha gått utbildning i bränsleeffektivt körsätt (s.k. ecodriving).

5 Slutsats

Beräkningar av Helsingborgs hamns bidrag av utsläpp till luft för 7 olika utsläppsscenario visar att:

- För NO_x är scenario 1 det scenario med högst totala emissioner. För alla övriga scenarion minskar NO_x-utsläppen. Scenario 5 är det beräkningsscenario med lägst NO_x-emissioner.
- För SO₂ visar alla scenarion utom 3 och 5 på en ökning av totala utsläpp i jämförelse med nuläget. Scenario 6 är det scenario med högst emissioner av SO₂ och scenario 5 det med lägst.
- För PM_{2.5} resulterar alla scenarion utom 3, 5 och 7 till en ökning av de totala utsläppen i jämförelse med nuläget. Scenario 6 är det scenario med högst totala partikelemissioner och scenario 5 det med lägst.
- För kolvätena bensen och B(a)P ger alla scenarion utom 2, 3, 5 och 7 på en ökning av totala utsläpp i jämförelse med nuläget. Scenario 6 är det scenario med högst totala emissioner och scenario 5 det med lägst.

Den helt klart viktigaste åtgärden för att minska emissionerna i hamn är att använda landel vid kaj. Det är mycket troligt att styrmedel för landel kommer att beslutas inom EU, vilket intensivt kommer att driva utbyggnad av landel i hamnar och med motsvarande teknik ombord fartyg. Därför bedöms de scenarier som inkluderar landel att vara de mest sannolika, dvs. scenario 3, scenario 5 och scenario 7.

Uppmätta urbana bakgrundshalter i Helsingborg, indikerar att de totala halterna i nuläget inte överskrider MKN för något av de aktuella ämnena, för vilka mätningar finns tillgängliga. Miljökvalitetsmålen preciseringar klaras i alla fall förutom för bensen. Dessa resultat gäller dock för urban bakgrund och halterna kan se annorlunda ut i gaturum där halterna av t.ex. NO₂ generellt är högre.

Jämförelse mellan de totala halterna i staden och beräknat haltbidrag vid utvalda platser där människor vistas visar följande:

- Hamnens utsläpp av NO_x bidrar i nuläget till som mest upp mot 13 % av de totala halterna av NO₂ i urban bakgrund.
- Utsläppen av SO₂ bidrar i nuläget som mest till 7 % av uppmätt urban bakgrundshalt.
- För PM_{2.5} och bensen utgör nuvarande haltbidrag från Helsingborgs hamn mindre än 1 % av de totala halterna i staden.
- För B(a)P saknas uppmätta urbana bakgrundshalter. I jämförelse med MKN utgör hamnens haltbidrag av B(a)P vid de utvalda platserna, där människor vistas i närheten av hamnens verksamhetsområde, som mest 11 %.

6 Referenser

Badeke, R., 2022: Small-scale modeling of dispersion and chemistry of ship plumes in urban areas PhD thesis. University of Hamburg.

Chen, D., 2000: A monthly circulation climatology for Sweden and its application to a winter temperature case study. *International Journal of Climatology*, 20, 1067–1076.

Cooper, D., & Gustafsson, T., 2004: Methodology for calculation emissions from ships: 1, Update emission factors, Report series SMED and SMED&SLU Nr 4 2004. <http://www.smed.se/SMED>.

EMERGE, 2022: Compilation and analysis of experimental data from on-board campaigns, including emission and activity data and profiles. EMERGE H2020 project report D3.1, emerge-h2020.eu.

Gustafsson, M., Lindén, J., och Villamor Saucedo, G., (2020a: Åtgärder avseende diffusa partikelemissioner från bygg- och industriprocesser, IVL Rapport B 2390.

SCIPPER, 2022: Ship on-board emissions characterization. SCIPPER H2020 project report D3.3, scipper-project.eu.

SFS 2010:477. Luftkvalitetsförordningen. Stockholm: Miljödepartementet.

SMED, 2020: Emission factors for shipping in scenarios. Fridell, E., Winnes, H. Eklund, V. SMED Report No 11 2020. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1601021/FULLTEXT01.pdf>

Styhre, L., Bäckström, S., Lundberg, H., Merelli, L. och Parsmo, R., 2021: Transportemissioner i Helsingborgs hamn 2020, IVL-Rapport U 6499.

Trafikverket, 2022: Handbok för vägtrafikens luftföroreningar <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/handbok-for-vagtrafikens-luftfororeningar/>

Bilaga 1. Spridningsmodell ADMS

ADMS (version 5.2) är en diagnostisk dispersionsmodell som är utvecklad av Cambridge Environmental Research Consultants (CERC) i Storbritannien. Den används för att simulera emissioner från punkt- eller ytkällor (d.v.s. med varma gaser eller som passiva utsläpp) till atmosfären. Modellen används både för beräkning av industriutsläpp och i luftkvalitetsövervakningssyften i t.ex. urbana miljöer. Modellen inkluderar effekter av byggnader, topografi och kust/inlandseffekter samt viss kemi vid dispersions-beräkningarna.

ADMS kan, förutom vanlig dispersion, även beräkna torr- och våtdeposition, plymvisibilitet, lukt och s.k. "puff"-beräkningar avseende korttidsfluktuationer av emissioner.

Beskrivningen av modellens vertikala dispersionsprocesser görs genom beskrivning av det atmosfäriska gränsskiktets tjocklek (den s.k. blandningshöjden) och genom beräkning av den s.k. Monin-Obukhov längden. Vid beräkning av dispersionen under konvektiva meteorologiska förhållanden (effektiv vertikal spridning) används en s.k. sned Gaussisk koncentrationsfördelning. ADMS kan dessutom beräkna korta tidsskalor (minuter), vilket är viktigt vid bl.a. modellering av lukt.

Referenser

Cambridge Environmental Research Consultants Ltd. (2016): ADMS - 5 Atmospheric Dispersion Modelling System – User Guide, Version 5.2.

Bilaga 2. Jämförelse haltbidrag och MKN och miljömål

Tabell B1. Beräknade haltbidrag vid Västra Tallgatan jämfört med MKN och miljömål.

Beräknings-scenario	Ämne	Medelvärdes-period	Beräknat haltbidrag (µg/m³)	MKN (µg/m³)	Andel av MKN	Miljömål (µg/m³)	Andel av miljömålet
Scenario 1	NO _x	Timme	10,5	90	12 %	60	17 %
		Dygn	5,9	60	10 %	-	-
		År	1,7	40	4 %	20	8 %
	SO ₂	Timme	0,4	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,2	100	0,2 %	-	-
		År*	0,07	20	0,4 %	-	-
Scenario 2	PM _{2,5}	År	0,03	25	0,1 %	10	0,3 %
	Bensen	År	0,001	5	0,02 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00008	0,001	8 %	0,0001	80,0 %
	NO _x	Timme	8,2	90	9 %	60	14 %
		Dygn	4,1	60	7 %	-	-
		År	1,3	40	3 %	20	6 %
Scenario 3	SO ₂	Timme	0,5	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,2	100	0,2 %	-	-
		År*	0,06	20	0,3 %	-	-
	PM _{2,5}	År	0,03	25	0,1 %	10	0,3 %
	B(a)P	År	0,00007	0,001	7 %	0,0001	65 %
Scenario 4	NO _x	Timme	7,6	90	8 %	60	13 %
		Dygn	3,8	60	6 %	-	-
		År	1,2	40	3 %	20	6 %
	SO ₂	Timme	0,4	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,2	100	0,2 %	-	-
		År*	0,06	20	0,3 %	-	-
Scenario 5	PM _{2,5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,02 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00006	0,001	6 %	0,0001	62 %
	NO _x	Timme	6,6	90	7 %	60	11 %
		Dygn	3,4	60	6 %	-	-
		År	1,0	40	3 %	20	5 %

	SO ₂	Timme Dygn År*	0,5 0,3 0,06	200 100 20	0,3 % 0,3 % 0,3 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,02 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00006	0,001	6 %	0,0001	62 %
Scenario 5	NO _x	Timme Dygn År	2,4 1,1 0,5	90 60 40	3 % 2 % 1 %	60 - 20	4 % - 2 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,1 0,1 0,01	200 100 20	0,05 % 0,1 % 0,1 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %
	Bensen	År	0,0003	5	0,01 %	1	0,03 %
	B(a)P	År	0,00002	0,001	2 %	0,0001	20 %
Scenario 6	NO _x	Timme Dygn År	5,6 3,0 0,9	90 60 40	6 % 5 % 2 %	60 - 20	9 % - 5 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	1,1 0,5 0,1	200 100 20	0,5 % 0,5 % 0,5 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,03	25	0,1 %	10	0,3 %
	Bensen	År	0,001	5	0,02 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00008	0,001	8 %	0,0001	80 %
Scenario 7	NO _x	Timme Dygn År	2,8 1,4 0,5	90 60 40	3 % 2 % 1 %	60 - 20	5 % - 3 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,6 0,3 0,06	200 100 20	0,3 % 0,3 % 0,3 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,0004	5	0,01 %	1	0,04 %
	B(a)P	År	0,00003	0,001	3 %	0,0001	30 %

* Gäller bara för skydd av växtlighet, ej för människors hälsa.

Tabell B2. Beräknade haltbidrag vid Industrigatan jämfört med MKN och miljömål.

Beräknings-scenario	Ämne	Medelvärdes-period	Beräknat haltbidrag (µg/m³)	MKN (µg/m³)	Andel av MKN	Miljömål (µg/m³)	Andel av miljömålet
Scenario 1	NO _x	Timme	6,9	90	8 %	60	11 %
		Dygn	3,7	60	6 %	-	-
		År	0,8	40	2 %	20	4 %
	SO ₂	Timme	0,8	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,3	100	0,2 %	-	-
		År*	0,2	20	0,2 %	-	-
Scenario 2	PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %
	Bensen	År	0,001	5	0,01 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00004	0,001	4 %	0,0001	40,0 %
	NO _x	Timme	6,7	90	7 %	60	11 %
		Dygn	4,1	60	7 %	-	-
		År	0,9	40	2 %	20	4 %
Scenario 3	SO ₂	Timme	0,9	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,4	100	0,2 %	-	-
		År*	0,2	20	0,2 %	-	-
	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	B(a)P	År	0,00005	0,001	5 %	0,0001	47 %
Scenario 4	NO _x	Timme	6,2	90	7 %	60	10 %
		Dygn	3,7	60	6 %	-	-
		År	0,8	40	2 %	20	4 %
	SO ₂	Timme	0,8	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,4	100	0,2 %	-	-
		År*	0,2	20	0,2 %	-	-
Scenario 5	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,01 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00004	0,001	4 %	0,0001	43 %
	NO _x	Timme	5,2	90	6 %	60	9 %
		Dygn	3,2	60	5 %	-	-
		År	0,7	40	2 %	20	3 %
Scenario 6	SO ₂	Timme	0,7	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,4	100	0,3 %	-	-
		År*	0,3	20	0,3 %	-	-

	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,01 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00005	0,001	5 %	0,0001	47 %
Scenario 5	NO _x	Timme	1,1	90	1 %	60	2 %
		Dygn	0,5	60	1 %	-	-
		År	0,2	40	0,5 %	20	1 %
	SO ₂	Timme	0,2	200	0,02 %	-	-
		Dygn	0,04	100	0,02 %	-	-
		År*	0,02	20	0,1 %	-	-
PM _{2.5}	År	0,003	25	0,01 %	10	0,03 %	
Bensen	År	0,0001	5	0,003 %	1	0,01 %	
B(a)P	År	0,00001	0,001	1 %	0,0001	10 %	
Scenario 6	NO _x	Timme	3,9	90	4 %	60	7 %
		Dygn	2,4	60	4 %	-	-
		År	0,6	40	1 %	20	3 %
	SO ₂	Timme	0,6	200	0,4 %	-	-
		Dygn	0,8	100	0,5 %	-	-
		År*	0,5	20	0,5 %	-	-
PM _{2.5}	År	0,03	25	0,1 %	10	0,3 %	
Bensen	År	0,001	5	0,02 %	1	0,1 %	
B(a)P	År	0,00007	0,001	7 %	0,0001	70 %	
Scenario 7	NO _x	Timme	1,4	90	2 %	60	2 %
		Dygn	0,7	60	1 %	-	-
		År	0,2	40	1 %	20	1 %
	SO ₂	Timme	0,2	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,5	100	0,3 %	-	-
		År*	0,3	20	0,3 %	-	-
PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %	
Bensen	År	0,0001	5	0,003 %	1	0,01 %	
B(a)P	År	0,00001	0,001	1 %	0,0001	10 %	

* Gäller bara för skydd av växtlighet, ej för människors hälsa.

Tabell B3. Beräknade haltbidrag vid Wienergatan jämfört med MKN och miljömål.

Beräknings-scenario	Ämne	Medelvärdes-period	Beräknat haltbidrag (µg/m³)	MKN (µg/m³)	Andel av MKN	Miljömål (µg/m³)	Andel av miljömålet
Scenario 1	NO _x	Timme	14,7	90	16 %	60	25 %
		Dygn	7,6	60	13 %	-	-
		År	2,0	40	5 %	20	10 %
	SO ₂	Timme	0,6	200	0,3 %	-	-
		Dygn	0,3	100	0,3 %	-	-
		År*	0,08	20	0,4 %	-	-
Scenario 2	PM _{2.5}	År	0,03	25	0,1 %	10	0,3 %
	Bensen	År	0,001	5	0,03 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,0001	0,001	11 %	0,0001	110,0 %
	NO _x	Timme	6,1	90	7 %	60	10 %
		Dygn	3,4	60	6 %	-	-
		År	1,1	40	3 %	20	6 %
Scenario 3	SO ₂	Timme	0,3	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,2	100	0,2 %	-	-
		År*	0,05	20	0,3 %	-	-
	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,01 %	1	0,1 %
Scenario 4	B(a)P	År	0,00005	0,001	5 %	0,0001	47 %
	NO _x	Timme	5,9	90	7 %	60	10 %
		Dygn	3,2	60	5 %	-	-
		År	1,1	40	3 %	20	5 %
	SO ₂	Timme	0,3	200	0,1 %	-	-
		Dygn	0,2	100	0,2 %	-	-
		År*	0,05	20	0,3 %	-	-
Scenario 5	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,01 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00005	0,001	5 %	0,0001	47 %
	NO _x	Timme	5,2	90	6 %	60	9 %
		Dygn	3,0	60	5 %	-	-
		År	0,9	40	2 %	20	5 %

	SO ₂	Timme Dygn År*	0,4 0,2 0,04	200 100 20	0,2 % 0,2 % 0,2 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,02	25	0,1 %	10	0,2 %
	Bensen	År	0,001	5	0,01 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,00005	0,001	5 %	0,0001	47 %
Scenario 5	NO _x	Timme Dygn År	3,2 1,5 0,5	90 60 40	4 % 2 % 1 %	60 - 20	5 % - 3 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,1 0,04 0,01	200 100 20	0,04 % 0,04 % 0,1 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %
	Bensen	År	0,0003	5	0,005 %	1	0,03 %
	B(a)P	År	0,00002	0,001	2 %	0,0001	20 %
Scenario 6	NO _x	Timme Dygn År	4,9 2,5 0,9	90 60 40	5 % 4 % 2 %	60 - 20	8 % - 4 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,8 0,4 0,07	200 100 20	0,4 % 0,4 % 0,4 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,03	25	0,1 %	10	0,3 %
	Bensen	År	0,001	5	0,02 %	1	0,1 %
	B(a)P	År	0,0001	0,001	6 %	0,0001	60 %
Scenario 7	NO _x	Timme Dygn År	3,3 1,8 0,6	90 60 40	4 % 3 % 1 %	60 - 20	5 % - 3 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,4 0,2 0,04	200 100 20	0,2 % 0,2 % 0,2 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %
	Bensen	År	0,0003	5	0,005 %	1	0,03 %
	B(a)P	År	0,00002	0,001	2 %	0,0001	20 %

* Gäller bara för skydd av växtlighet, ej för människors hälsa.

Tabell B4. Beräknade haltbidrag vid Kungstorget jämfört med MKN och miljömål.

Beräknings-scenario	Ämne	Medelvärdes-period	Beräknat haltbidrag (µg/m³)	MKN (µg/m³)	Andel av MKN	Miljömål (µg/m³)	Andel av miljömålet
Scenario 1	NO _x	Timme	8,8	90	10 %	60	15 %
		Dygn	3,8	60	6 %	-	-
		År	1,0	40	2 %	20	5 %
	SO ₂	Timme	0,3	200	0,2 %	-	-
		Dygn	0,1	100	0,1 %	-	-
År*		0,03	20	0,2 %	-	-	
PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %	
Bensen	År	0,0001	5	0,02 %	1	0,1 %	
B(a)P	År	0,00001	0,001	6 %	0,0001	60,0 %	
Scenario 2	NO _x	Timme	2,5	90	3 %	60	4 %
		Dygn	1,3	60	2 %	-	-
		År	0,3	40	1 %	20	1 %
	SO ₂	Timme	0,1	200	0,1 %	-	-
		Dygn	0,06	100	0,1 %	-	-
År*		0,01	20	0,1 %	-	-	
PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %	
Bensen	År	0,0001	5	0,003 %	1	0,01 %	
B(a)P	År	0,00001	0,001	1 %	0,0001	10 %	
Scenario 3	NO _x	Timme	2,3	90	3 %	60	4 %
		Dygn	1,2	60	2 %	-	-
		År	0,3	40	1 %	20	1 %
	SO ₂	Timme	0,1	200	0,1 %	-	-
		Dygn	0,06	100	0,1 %	-	-
År*		0,01	20	0,1 %	-	-	
PM _{2.5}	År	0,005	25	0,02 %	10	0,05 %	
Bensen	År	0,0001	5	0,003 %	1	0,01 %	
B(a)P	År	0,00001	0,001	1 %	0,0001	10 %	
Scenario 4	NO _x	Timme	2,0	90	2 %	60	3 %
		Dygn	1,1	60	2 %	-	-
		År	0,2	40	1 %	20	1 %

	SO ₂	Timme Dygn År*	0,1 0,06 0,01	200 100 20	0,1 % 0,1 % 0,1 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,005	25	0,02 %	10	0,05 %
	Bensen	År	0,0001	5	0,003 %	1	0,01 %
	B(a)P	År	0,00001	0,001	1 %	0,0001	10 %
Scenario 5	NO _x	Timme Dygn År	1,3 0,6 0,1	90 60 40	1 % 1 % 0,3 %	60 - 20	2 % - 1 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,02 0,01 0,003	200 100 20	0,01 % 0,01 % 0,01 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,006	25	0,03 %	10	0,1 %
	Bensen	År	0,0001	5	0,001 %	1	0,01 %
	B(a)P	År	0,000005	0,001	0,5 %	0,0001	5 %
Scenario 6	NO _x	Timme Dygn År	1,8 1,1 0,2	90 60 40	2 % 2 % 1 %	60 - 20	3 % - 1 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,3 0,1 0,02	200 100 20	0,1 % 0,1 % 0,1 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,01	25	0,04 %	10	0,1 %
	Bensen	År	0,0001	5	0,003 %	1	0,01 %
	B(a)P	År	0,00001	0,001	1 %	0,0001	10 %
Scenario 7	NO _x	Timme Dygn År	1,6 0,7 0,1	90 60 40	2 % 1 % 0,4 %	60 - 20	3 % - 1 %
	SO ₂	Timme Dygn År*	0,1 0,06 0,01	200 100 20	0,1 % 0,1 % 0,1 %	- - -	- - -
	PM _{2.5}	År	0,003	25	0,01 %	10	0,03 %
	Bensen	År	0,0001	5	0,001 %	1	0,01 %
	B(a)P	År	0,000005	0,001	0,5 %	0,0001	5 %

* Gäller bara för skydd av växtlighet, ej för människors hälsa.

