Fordonsmätningar på Kungsgatan i Uppsala

Analyser av fordonstyper, bränslen och euroklasser. Beräkningar av effekter på kvävedioxidhalter av trafikåtgärder samt meteorologins och fotokemins betydelse.

Lars Burman, Max Elmgren och Christer Johansson

SLB-analys, mars 2020

SLB 1:2020

Uppdragsnummer	2019140	
Daterad	2020-03-20	Rev.2020-05-06
Handläggare	Lars Burman	
Status	Granskad av Christer Johansson	

Förord

Denna utredning är genomförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm på uppdrag av Uppsala kommun [1]. Rapporten har sammanställts av Lars Burman som också gjort trafik- och åtgärdsanalyserna. Max Elmgren och Christer Johansson har analyserat hur halterna påverkas av meteorologi respektive fotokemiska processer. Mätningarna av trafikens sammansättning på Kungsgatan år 2019 har utförts av Facility Labs AB [2].

Innehåll

Sammanfattning ... 7
Bakgrund och syfte ... 7
Fordonssammansättning 2019 ... 7
Efterlevnad av miljözonen för tung trafik 2019 ... 7
Utsläpp av kväveoxider 2019 ... 8
Meteorologins inverkan på halterna 2019 ... 8
Effekter på NO_2-halter av olika trafikåtgärder ... 8
Förväntade effekter på halter av förnyad fordonspark enligt HBEFA ... 10
Betydelse av fotokemi för NO_2-halterna ... 10
Bakgrund och syfte ... 11
Trafikregistreringar ... 12
Mätplatser ... 12
Trafiksammansättning ... 13
Fordonspassager per körriktning ... 13
Bränslesammansättning ... 15
Euroklasser (utsläppsklasser) ... 15
Efterlevnad av miljözonen för tung trafik ... 17
Utsläpp av kväveoxider, NO_x ... 20
Utsläppsandelar av NOx ... 20
Halter av kväveoxider och kvävedioxid ... 22
Halter av kväveoxider och kvävedioxid vid olika vindriktningar ... 24
Effekter på NO_2-halter av olika trafikåtgärder ... 27
Effekter av full efterlevnad av miljözon klass 1 och klass 2 ... 27
Effekter av genomfartsförbud för olika fordonstyper ... 28
Effekter av införande av elbussar samt jämnare trafikmönster ... 30
Förväntade effekter på halter av förnyad fordonspark enligt HBEFA ... 30
Sammanställning av åtgärdernas effekter på NO_2-halterna ... 31
Betydelsen av fotokemi respektive NOx-utsläpp för NO_2-halterna ... 32
Referenser ... 35
Bilaga 1 ... 36
Bilaga 2 ... 37
Bilaga 3 ... 40
Bilaga 4 ... 41
Bilaga 5 ... 43
Bilaga 6 ... 44

Sammanfattning

Bakgrund och syfte

Utsläppen av kväveoxider från trafiken på Kungsgatan i Uppsala är för höga och den lagstadgade miljökvalitetsnormen för kvävedioxid till skydd för människors hälsa enligt Luftkvalitetsförordningen (2010:477) klaras inte vid kommunens mätstation i gatunivå vid Kungsgatan 67 mellan Vretgränd och Bäverns gränd.

I denna utredning analyseras fordonssammansättningen och utsläppen av kväveoxider vid mätstationen på Kungsgatan. Syftet med rapporten är att utreda vilka fordon som bidrar mest till utsläppen och de höga halterna av kväveoxider och kvävedioxid. Sensorer uppsatta av Facilty Labs [2] läste av registreringsskyltar på ungefär 224 000 fordon som passerade i båda körriktningarna under perioden 29 oktober till 28 november 2019. Emissionsfaktorer för de avlästa fordonen har hämtats från den nationella emissionsmodellen för vägtrafik HBEFA version 4.1 (2019). Utifrån de olika fordonskategoriernas utsläpp har beräkningar gjorts för hur olika åtgärder och förändringar av trafiken påverkar halterna av kvävedioxid och möjligheterna att nå miljökvalitetsnormen och miljökvalitetsmålen. Även meteorologins och fotokemins inverkan på halterna samt förväntad utveckling till år 2025 och 2030 har analyserats i rapporten.

Fordonssammansättning 2019

Av de avlästa fordonspassagerna på Kungsgatan, ca 7 300 fordon per medeldygn för båda körriktningarna, utgör personbilar ca 70 % och lätta lastbilar ca 8 %. Den tunga trafiken utgör övriga ca 22 %, varav bussar ca 20 % och tunga lastbilar ca 2 %. Av personbilarna är ca 49 % diesel och ca 38 % bensin. Av övriga personbilar är ca 6 % gas, ca 3 % etanol, ca 2 % elhybrider och ca 1,5 % är bilar som enbart går på el. För lätta och tunga lastbilar dominerar diesel med ca 94 % respektive ca 99 %. Bussarna drivs till ungefär två tredjedelar av diesel och till en tredjedel av gas.

Även fordonens euroklasser registrerades på Kungsgatan. De anger vilka utsläppskrav som gällde vid första registreringen och kraven för nya fordon har successivt skärpts sedan krav motsvarande Euro 1 började gälla 1993. Hälften av bussarna och ungefär två tredjedelar av de tunga lastbilarna tillhör den senaste klassen Euro 6. Euro 6 blev obligatoriskt fr.o.m. 2014 för nya tunga fordon och innebar en kraftig skärpning för utsläppen av kväveoxider i jämförelse med Euro 5. För personbilarna har diesel och bensin ca 52 % respektive ca 28 % euroklass 6. De senaste och skarpaste avgaskraven för lätta fordon, Euro 6d-temp och Euro 6d, har ca 9 % av bensin- och dieselbilarna, ca 14 % av elhybriderna och nästan hälften av gasbilarna. Av de äldre personbilarna på Kungsgatan är bensin av klass Euro 4 vanligast. Ungefär hälften av fordonen på Kungsgatan har registreringsår 2015 eller senare och ungefär 2 % registrerades före år 2000.

Efterlevnad av miljözonen för tung trafik 2019

På Kungsgatan gäller miljözon klass 1 för tunga lastbilar och bussar sedan år 2013, vilket innebär nationella bestämmelser för tillåtna euroklasser enligt Trafikförordningen (1998:1276). Enligt trafikmätningarna är det ca 12 % av den tunga trafiken på Kungsgatan som inte följer reglerna för miljözonen, eller ca 166 av ca 1 400 tunga fordon per dygn. Det är ca 12 % av bussarna (159 per dygn) och ca 5 % av tunga lastbilarna (7 per dygn). Ingen hänsyn har tagits till att tunga fordon kan ha generell dispens enligt Trafikförordningen eller hade bytt motor. Detta förra gäller t.ex. fordon som används för sjuktransporter,

räddningstjänst, militär- och utryckningsfordon. Det är främst bussar av euroklass 4 som bryter mot miljözonens regler.

Utsläpp av kväveoxider 2019

Beräkningar utifrån avläst fordonssammansättning och emissionsfaktorer från HBEFA-modellen version 4.1 för trafiken på Kungsgatan visar att ca 86 % av utsläppen av kväveoxider på Kungsgatan kommer från dieseldrivna fordon, vilka utgör ca 57 % av trafiken. De bensindrivna fordonen står för ca 5 % av utsläppen och utgör ca 27 % av trafiken. Övriga ca 10 % av NOx-utsläppen kommer främst från gasfordon.

Av fordonstyperna bidrar dieselbussarna mest med ca 58 %, medan dieseldrivna personbilar och tunga diesellastbilar bidrar med ca 19 % respektive ca 5 % till de totala utsläppen av kväveoxider på Kungsgatan. De tunga fordon (främst bussar) som inte följer miljözonsbestämmelserna utgör ca 2 % av alla fordon och beräknas stå för ca 18 % av de totala utsläppen av kväveoxider. Dieseldrivna bussar av euroklass 5 är den kategori som beräknas stå för den största andelen av NOx-utsläppen på Kungsgatan.

Meteorologins inverkan på halterna 2019

Mätningarna av luftföroreningshalter vid Kungsgatan 67 sker på den sydvästra sidan av gatan som är läsida vid de vanligaste sydvästliga vindriktningarna. Detta är den främsta förklaringen till att halterna av kväveoxider och kvävedioxid är högre än den tidigare placeringen på den nordöstra sidan vid Kungsgatan 42 (Stadshuset). Årsmedelvärdet av både NOx och NO_2 vid enbart sydvästliga vindar är ca 30–40 % högre än årsmedelvärdet för 2019 års alla vindriktningar (meteorologiska data från Marsta norr om Uppsala). Halterna av kväveoxider och kvävedioxid på Kungsgatan följer trafikmängd och utsläpp väl. De flesta höga timmedelvärden av NO_2 (högre än normvärdet 90 µg/m^3) mäts upp kl. 08-09 på morgonen och kl.16-17 på eftermiddagen. På morgonen är luften ofta stillastående vilket gör att halterna blir högre. Mitt på dagen däremot är det ofta blåsigare vilket gör att utvädringen av kväveoxider ökar och halterna minskar trots mycket trafik.

Effekter på NO_2-halter av olika trafikåtgärder

Beräkningar har gjorts för hur olika åtgärder och förändringar av trafiken påverkar halterna av kvävedioxid på Kungsgatan. Syftet är att förbättra kommunens underlag för att kunna föreslå effektiva åtgärder som minskar halterna av kvävedioxid så att miljökvalitetsnormen klaras och på sikt även möta de striktare miljökvalitetsmålen till skydd för människors hälsa. För att miljökvalitetsnormen för kvävedioxid, NO_2, ska klaras måste trafikens utsläpp av kväveoxider på Kungsgatan minska med ca 20 %. För att miljömålen ska nås måste utsläppen minska med ca 65 % för målet för årsmedelvärde och ca 75 % för målet för timmedelvärde (vid oförändrade bakgrundshalter).

I Tabell 1 sammanfattas de beräknade effekterna på NO_2-halterna av olika åtgärder i jämförelse med nuvarande halter för ett meteorologiskt normalt år från luftföroreningssynpunkt. Åtgärderna har dels beräknats utifrån den av Facility Labs uppmätta medeldygnstrafiken på ca 7 300 fordon, men även med ett högre värde, ca 9 600 fordon per medeldygn, vilket bättre avspeglar trafikflödet på Kungsgatan när det inte är dubbdäcksäsong. Skillnaden i trafikflöde under året beror på att lätta fordon med dubbdäck undviker Kungsgatan p.g.a. dubbdäcksförbudet Åtgärder med större beräknad effekt visas först i tabellen. Eftersom dagens bussar står för en stor del av utsläppen av kväveoxider på Kungsgatan får ett införande av elbussar utan utsläpp också stor effekt på NO_2-halterna. Detta beräknas leda till att miljökvalitetsnormen för NO_2 klaras (åtgärd 1 och 2). Tredje

störst effekt på halterna har ett genomfartsförbud för all genomgående trafik (ca 37 % enligt Facility Labs mätningar längs tre avsnitt på Kungsgatan). Detta beräknas innebära att dygnsmedelvärdet av NO_2 minskar med ca 14 % och att miljökvalitetsnormen klaras. Det är dock rimligt att anta att bussarna på Kungsgatan undantas från ett genomfartsförbud, vilket är åtgärd 6 i tabellen. Om bussarna undantas från genomfartsförbudet beräknas miljökvalitetsnormen däremot inte klaras, liksom ifall endast tunga lastbilar omfattades (åtgärd 9).

Det är ca 12 % av den tunga trafiken som inte följer de nuvarande miljözonsreglerna, varav de flesta är bussar av euroklass 4. Vid full efterlevnad av miljözonen beräknas dygnsmedelvärdet av NO_2 minska med ca 4–5 % (åtgärd 5). Det är inte tillräckligt för att normen ska klaras, men det är en större minskning än vad ett införande av miljözon klass 2 för lätta fordon innebär (ca 1-2 %, åtgärd 7). Att effekten är större för miljözon klass 1 än klass 2 beror på att den äldre tunga trafiken står för en mycket större del av utsläppen av kväveoxider än de äldre personbilarna. Både dessa miljözoner tillsammans beräknas vid full efterlevnad minska dygnsmedelvärdet av NO_2 med ca 6 % (åtgärd 4). Detta är dock inte heller tillräckligt för att klara svåraste normvärdet 60 µg/m^3. Åtgärd 8 i tabellen är effekter av fritt trafikflöde (”Free flow” enligt HBEFA-modellen). Även detta är svårt att uppnå i praktiken eftersom bussar t.ex. måste stanna ofta. Effekten har beräknats till någon procents minskning av dygnsmedelvärdet för kvävedioxid.

Tabell 1. *Beräknade effekter på halter av kvävedioxid på Kungsgatan med olika åtgärder eller förändringar av trafiken. Jämförelse med miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål*

Åtgärd/förändring i jämförelse med nuläget	**NO_2, årsmedelvärde** *(norm=40, mål=20)*	**NO_2, dygnsmedelvärde** *(norm=60, mål saknas)*	**NO_2, timmedelvärde** *(norm=90, mål=60)*
Nuläge 2019:	**35 µg/m^3**	**65 µg/m^3**	**90 µg/m^3**
1. Diesel- och gasbussarna ersätts av elbussar	19–20 *-41–47 %*	44–46 *-28–32 %*	66–70 *-22–26 %*
2. Hälften av bussarna ersätts av elbussar	27–28 *-20–22 %*	55– 56 *-13–14 %*	81–82 *-8–9 %*
3. Genomfartsförbud för alla passerande fordon	27 *-22 %*	55–56 *-14 %*	81 *-9 %*
4. Full efterlevnad av nuvarande miljözon klass 1 för tunga fordon samt införande av miljözon klass 2 för lätta fordon	31–32 *-9 %*	61 *-6 %*	87 *-3 %*
5. Full efterlevnad av nuvarande miljözon klass 1 för tunga fordon	32 *-6–7 %*	62 *-4–5 %*	87–88 *-2–3 %*
6. Genomfartsförbud för alla passerande fordon förutom bussar	32 *-7–9 %*	61–62 *-4–6 %*	87 *-2–3 %*
7. Införande av miljözon klass 2 för lätta fordon	34 *-2–3 %*	64 *-1–2 %*	89 *-1 %*
8. Fritt trafikflöde, 100 % ”Freeflow” enligt HBEFA-modellen	34 *-2 %*	64 *-1 %*	89 *-0,5 %*
9. Genomfartsförbud för alla passerande tunga lastbilar	34 *-1 %*	64 *-1 %*	89 *-0,5 %*

Förväntade effekter på halter av förnyad fordonspark enligt HBEFA

Beräkningar har även gjorts för förväntad utveckling av NO_2-halter på Kungsgatan enligt nationella utsläppsprognoser i HBEFA-modellen. Dessa beräkningar är mer osäkra än de som baseras på uppmätt fördelning av fordon, bränslen och euroklasser 2019. För Kungsgatans vägtyp och med den uppmätta fördelningen av personbilar, lätta- och tunga lastbilar samt bussar beräknas utsläppen av NOx minska med ca 65 % mellan år 2019 och 2025 och med ca 80 % mellan år 2019 och år 2030. Det innebär att miljökvalitetsnormen för NO_2 klaras år 2025 och att även de striktare miljökvalitetsmålen nås år 2030. Beräkningarna baseras på förväntad utveckling av utsläpp av kväveoxider från vägtrafiken nationellt i och med infasning av nya euroklasser samt eldrivna fordon för personbilar, lätta lastbilar och bussar.

Betydelse av fotokemi för NO_2-halterna

Till skillnad från den totala mängden kväveoxider (NOx) styrs halterna av kvävedioxid (NO_2) inte enbart av utsläppen från vägtrafiken utan också av fotokemiska reaktioner. Ozon reagerar med NO och bildar NO_2 samtidigt som en del NO_2 fotolyseras av UV-ljus tillbaka till NO. För att illustrera betydelsen av fotokemin för NO_2-halten beräknades bidragen till de totala NO_2-halterna från:

- de fotokemiska reaktionerna (oxidation av NO och fotolys av NO_2),

- utsläppen av NO_2 i avgaserna samt

- intransporten med luften från andra utsläpp än fordonen på Kungsgatan.

Beräkningarna visar att en stor del av bidraget till NO_2-halten beror på de fotokemiska reaktionerna. Om t.ex. alla bussar är eldrivna på Kungsgatan bidrar fotokemin och direktutsläppen med ungefär lika mycket, medan nästan hälften av NO_2-halten kommer från andra källor än fordonen på Kungsgatan. I nuläget och med 50 % eldrivna bussar ger fotokemin det största bidraget till de totala NO_2-halterna. Givet en viss total halt av NO_2 i gaturummet så kommer den relativa betydelsen av fotokemin respektive direktutsläpp i avgaserna att variera beroende på:

1. Bakgrundshalten av ozon – högre ozonhalt ökar betydelsen av ozon för NO_2-halten

2. Andelen NO_2 av NOx i utsläppen – högre NO_2-andel i utsläppen minskar betydelsen av ozon för NO_2-halten

3. Vädret - varmare och soligare väder ökar betydelsen av ozon för NO_2-halten.

Men det är viktigt att notera att de lokala utsläppen av NO_2 och NO (som oxideras till NO_2) är viktigast för de totala halterna av NO_2. Efterhand som utsläppen från den lokala trafiken minskar kommer ozonet att få ökad betydelse för NO_2-halterna. Ökade ozonhalter i tätorter bidar till ökade hälsorisker, men beräkningar för Stockholm, Göteborg och Malmö visar att de minskade hälsoriskerna förknippade med minskade utsläpp av NOx och partiklar från fordonen bidrar i högre utsträckning till att minska t.ex. antalet förtida dödsfall jämfört med ökat antal fall förknippade med den något ökade ozonexponeringen (Olstrup m fl., 2018).

Bakgrund och syfte

Utsläppen av kväveoxider från trafiken på Kungsgatan i centrala Uppsala är för höga och miljökvalitetsnormen för kvävedioxid till skydd för människors hälsa enligt Luftkvalitetsförordningen (2010:477) överskrids. År 2005 gav regeringen i uppdrag till Uppsala kommun att upprätta ett åtgärdsprogram för att klara miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM10) i stadsluften. År 2006 beslutades om ett åtgärdsprogram, vilket har reviderats och kompletterats med ytterligare åtgärder såsom införandet av miljözon klass 1 för tunga fordon i den centrala staden fr.o.m. den 1 januari 2013 samt dubbdäcksförbud på Kungsgatan och delar av Vaksalagatan fr.o.m. den 1 oktober 2010. Senaste åtgärdsprogrammet antogs av kommunfullmäktige den 26 maj 2014 och fastställdes av länsstyrelsen i februari 2015 [3].

Sedan flytten av mätstationen till en annan plats på Kungsgatan år 2017 är de uppmätta halterna av kvävedioxid högre. Med anledning av de höga nivåerna och att miljökvalitetsnormen för kvävedioxid överskrids kommer åtgärdsprogrammet att ses över. Denna utredning är en del av underlaget för att kunna föreslå effektiva åtgärder vad gäller få ned halterna av kvävedioxid. Genom att detaljerat kartlägga trafikens sammansättning och koppla dessa till emissionsfaktorer har en god bild erhållits av vilka fordonskategorier som bidrar mest till de höga kvävedioxidhalterna på Kungsgatan, samt hur olika trafikåtgärder som t.ex. miljözoner påverkar de uppmätta totala halterna av kvävedioxid. I rapporten har även analyser gjorts vad gäller betydelsen av meteorologi och fotokemi för kvävedioxidhalterna.

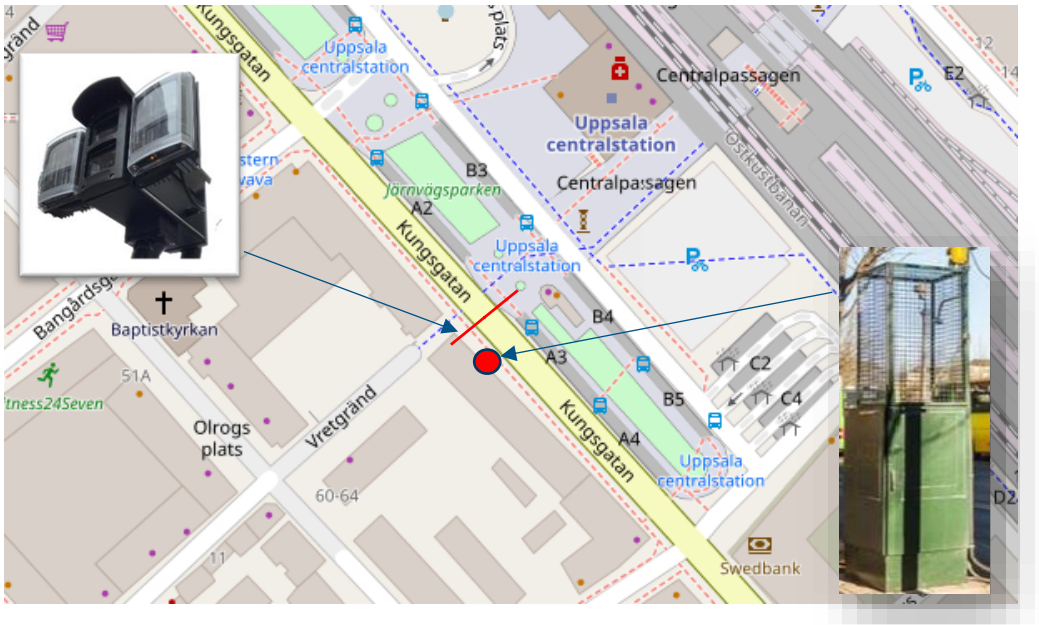
Trafikregistreringar

Mätningen av trafiksammansättningen på Kungsgatan pågick under perioden 29 oktober till 28 november 2019. Registreringarna gjordes med sensorer framtagna av Facility Labs [2], vilka placerades på en lyktstolpe (nr 206324) vid övergångsstället vid Vretgränd, ca 30 m från den fasta mätstationen för luftföroreningshalter (Figur 1). Information om de avlästa fordonen hämtades från en databas med uppgifter från vägtrafikregistret och statistikmyndigheten SCB. Personuppgifter togs bort och mätresultatet fördes över till en central server och till SLB-analys mätdatabas för utvärdering och analys.

Den avlästa informationen på Kungsgatan består av fordonstyp, bränsle och euroklass (dvs. utsläppsklass). De avlästa fordonstyperna är personbilar, lätta lastbilar (totalvikt <3,5 ton), tunga lastbilar (totalvikt >3,5 ton) och bussar. Drivmedelsklasser är bensin, diesel, etanol-E85, fordonsgas, elhybrid samt el. Varje fordon-bränsleklass är uppdelad i utsläpps-klasserna: Pre-euro, Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5 och Euro 6. För lätta fordon (personbilar och lätta lastbilar) var Euro 6 indelad i Euro 6ab, Euro 6c, Euro 6d-temp och Euro 6d. Tunga diesellastbilar var även uppdelade efter totalvikt: 3,5–12 ton, 12–20 ton, 20–32 ton samt >32 ton. Av de totalt ca 224 000 registrerade fordonspassagerna fördelades ca 95 % till en kategori. Övriga tros vara motorcyklar, mopeder, traktorer och släpvagnar samt eventuellt utländska fordon. Ett litet bortfall av data kan ske p.g.a. skymda registreringsskyltar eller svåravlästa diplomatskyltar och personliga skyltar.

Mätplatser

Mätplatserna för trafiksammansättning och luftföroreningshalter framgår av Figur 1. All avläst trafik passerade mätstationen för luftföroreningshalter.



Figur 1. *Sensorernas läge för trafikregistreringar på Kungsgatan mellan Vretgränd och Bäverns gränd samt läget för den fasta mätstationen för halter av luftföroreningar (Kungsgatan 67).*

Trafiksammansättning

Fordonspassager per körriktning

I Tabell 2 visas antalet registrerade fordonspassager på Kungsgatan totalt samt uppdelat på körriktning för ett medeldygn under mätperioden. Ungefär 380 fordon per medeldygn (ca 5 %) skiljer mellan registrerat antal och de till fordonstyperna allokerade fordonen.

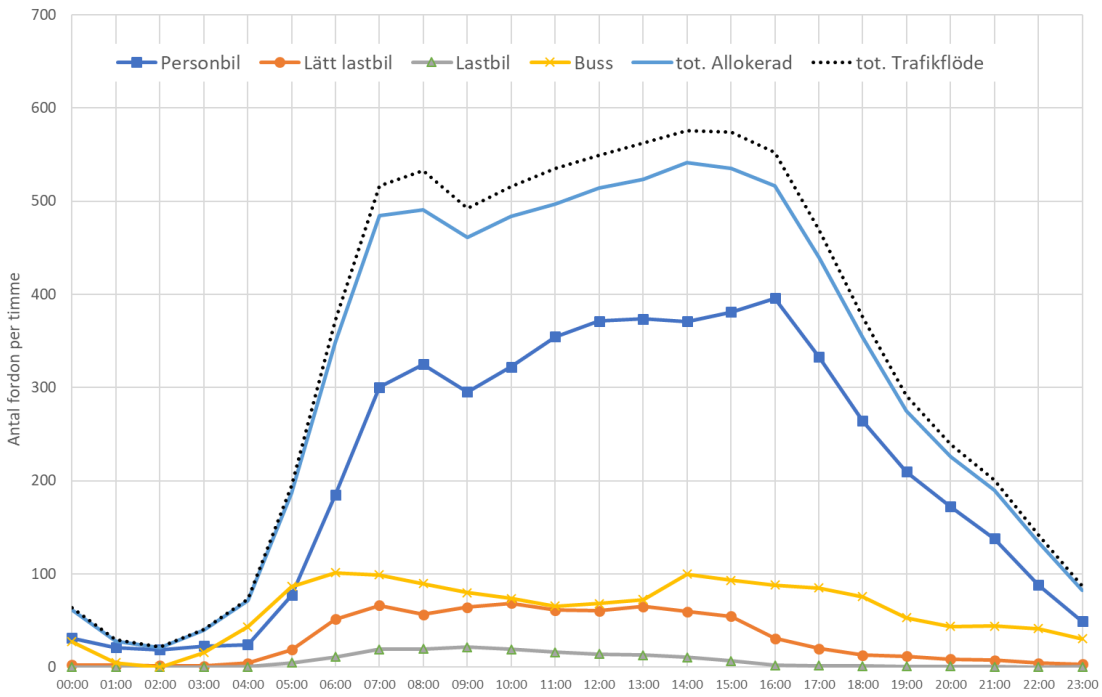
Dygnsmedelvärdet för mätperioden var 7 284 fordon vilket enligt kommunen är rimligt med tanke på att trafikflödet sjunker ca 20 % under dubbdäckssäsong (Kungsgatan har dubbdäcksförbud). För vardagsdygn under mätperioden var medelvärdet 7 864 och under helger 5 368 fordon per dygn. Mätningarna visar att det är liten skillnad mellan norr- och södergående körfält vad gäller totala antalet fordon. Däremot är det stor skillnad på fordonssammansättningen. Eftersom mätplatsen ligger nära Uppsala centralstation är andelen bussar mycket hög, framförallt norrut där vart tredje fordon i genomsnitt är en buss. Andelen lätta och tunga lastbilar är ungefär densamma i båda körriktningarna, medan personbilarna är fler söderut. Enligt Tabell 2 utgör personbilarna ca 70 % av passagerna och de lätta lastbilarna ca 8 %. Den tunga trafiken utgör övriga ca 22 %, varav ca 20 % bussar och ca 2 % lastbilar.

Ungefär hälften av fordonen på Kungsgatan har registreringsår 2015 eller senare och ungefär 2 % registrerades före år 2000. I bilaga 3 visas fördelningen av registreringsår och i bilaga 4 och 5 visas fordonens registreringsort respektive ägandeform.

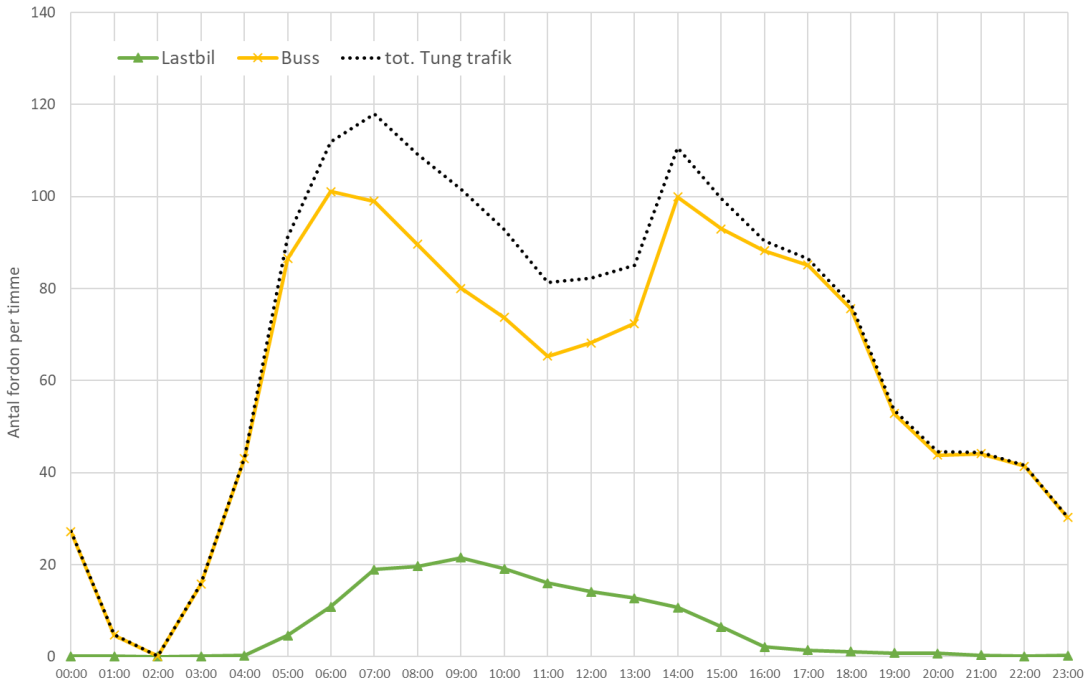
I Figur 2 och Figur 3 på nästa sida framgår uppmätt dygnsfördelning för ett vardags-medeldygn för den totala trafiken samt uppdelat på de olika fordonstyperna för båda körriktningarna sammantaget. Det högsta totala trafikflödet mäts upp på vardagar kl. 13-14. Den tunga trafiken som främst består av bussar är störst mellan kl. 06-07.

Tabell 2. *Antalet fordonspassager per medeldygn samt fordonsfördelning för respektive körriktning samt totalt på Kungsgatan mellan Vretgränd och Bäverns gränd hösten 2019.*

Fordon per medeldygn (29 okt- 28 nov 2019)	**Trafik söderut (mot Strandbodg.)**	**Trafik norrut (mot Vaksalag.)**	**Båda körriktningarna**
Totalt antal registrerade	3 797	3 487	7 284
Totalt antal allokerade	3 579 (94 %)	3 311 (95 %)	6 889 (95 %)
Personbilar	80,0 %	59,7 %	70,2 %
Lätta lastbilar (<3,5 ton)	9,4 %	7,3 %	8,4 %
Tunga lastbilar (>3,5ton)	2,1 %	1,4 %	1,8 %
Bussar	8,5 %	31,6 %	19,6 %
Tunga fordon	10,6 %	33,0 %	21,4 %



Figur 2. *Det totala trafikflödet som fordon per timme under ett vardagsmedeldygn på Kungsgatan hösten 2019 (svart prickad linje), personbilar (blå), lätta lastbilar (orange), tunga lastbilar (grön) och bussar (gul).*



Figur 3. *Den tunga trafiken som fordon per timme under ett vardagsmedeldygn hösten 2019 på Kungsgatan (svart prickad linje), bussar (gul) och tunga lastbilar (grön).*

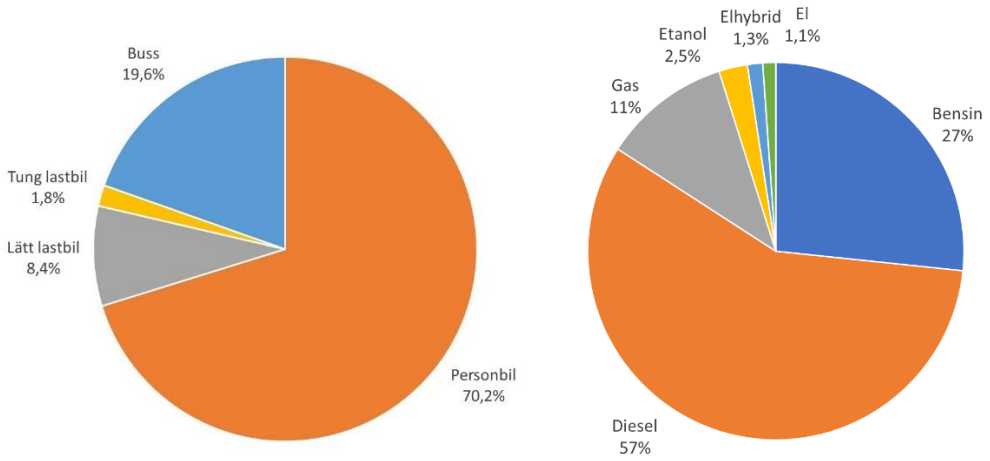
Bränslesammansättning

I Tabell 3 och Figur 4 visas den uppmätta sammansättningen av bränslen för de olika fordonstyperna sammantaget för båda körriktningarna på Kungsgatan. Det är fler personbilar som drivs av diesel än av bensin, ca 49 % mot ca 38 %. För lätta och tunga lastbilar dominerar diesel med ca 92 % respektive ca 99 %. För bussarna dominerar diesel med ca 68 % av passagerna, övriga 32 % drivs av gas.

I Figur 4 visas fordonsfördelningen och bränslesammansättningen för alla fordonspassagerna. Diesel är det vanligaste bränslet med ca 57 % följt av bensin med ca 27 % och gas med ca 11 %. Rena elfordon utgör ca 1,1 % och elhybrider ca 1,3 %.

Tabell 3. *Uppmätt bränslesammansättning per fordonstyp på Kungsgatan hösten 2019 sammantaget för båda körriktningarna.*

	Bensin	Diesel	Gas	Etanol	Elhybrid	El	Allokerade fordon per medel-dygn
Personbil	38 %	49 %	6,2 %	3,5 %	1,9 %	1,5 %	4 838
Lätt lastbil (<3,5 ton)	3,0 %	92 %	4,0 %	0,4 %	0 %	1,1 %	579
Tung Lastbil (>3,5 ton)	0 %	99 %	0,5 %	0,2 %	0 %	0 %	121
Buss	0 %	68 %	32 %	0 %	0 %	0 %	1 351



Figur 4. *Uppmätt fördelning av fordons- och bränsletyper på Kungsgatan i Uppsala hösten 2019 för all trafik i båda körriktningarna.*

Euroklasser (utsläppsklasser)

Euroklasser bestäms genom EU-direktiv och reglerar utsläppskrav för nya fordon vad gäller kolmonoxid, kolväten, kväveoxider (NOx) och partiklar. Utsläppskraven har succesivt skärpts sedan krav motsvarande Euro 1 började gälla 1993 för nyregistrerade fordon. Euro 6 är obligatoriskt för nyregistrerade lätta fordon fr.o.m. 1 september 2015 och från 2014 för tunga fordon. Från införandet av den första euroklassen har det skett en kraftfull skärpning av avgaskraven. Den senaste avgasnormen för lätta fordon Euro 6d gäller för alla nya modeller från 1 januari 2020 och för alla nya bilar från 1 januari 2021. I

och med Euro 6d och föregångaren 6d-temp införde EU krav på att vid certifiering även mäta avgasutsläpp i verklig körning, s.k. RDE-mätning (Real Drive Emissions) och inte enbart i laboratoriemiljö.

I Tabell 4 visas uppmätt fördelning av personbilarnas euroklasser på Kungsgatan. De senaste avgaskraven Euro 6d och Euro 6d-temp utgjorde ca 9 % av både bensin- och dieselbilarna, ca 14 % av elhybriderna och nästan hälften av gasbilarna. Viktigast från emissionssynpunkt är de lätta dieselbilarna där införandet av Euro 6d-temp och Euro 6d innebar mycket lägre utsläpp av kväveoxider än tidigare Euro 6 (ab, och c).

Registreringarna av euroklasser visar också att de äldsta personbilarna på Kungsgatan drivs främst av bensin. För bensinbilar är Euro 4 den vanligaste klassen vilket är äldre än 9 år gamla bilar.

Lätta lastbilar utgörs till övervägande del (92 %) av diesel och endast ett par procent har de senaste klasserna Euro 6d och Euro 6d-temp med skärpta NOx-utsläpp (Tabell 5). Även de lätta lastbilarna har hög andel äldre bensinfordon. Ungefär vart fjärde fordon är Euro 3 eller tidigare, vilket motsvarar fordon som är äldre än 14 år.

Enligt Tabell 6 omfattas de tunga diesellastbilarna på Kungsgatan till ca 65 % av Euro 6. Utsläppskrav för Euro 6 blev obligatoriskt för tunga fordon år 2014 och innebar en kraftig skärpning för kväveoxider i jämförelse med Euro 5 (ca 80 %) i och med krav på att mäta utsläppsvärden i verklig körning. Av dieselbussarna omfattas ca 57 % av Euro 6 och 34 % av Euro 5. Av gasbussarna omfattas ca 30 % av Euro 6 och 51 % av Euro 5.

Enligt studier på bussar i stadstrafik utförda av IVL Svenska miljöinstitutet under flera års tid, är det först med Euro 6 som bussarna klarar de lagstadgade nivåerna för kväveoxider [6,7,8]. Tidigare euroklasser har avsevärt högre utsläpp i verklig körning i låg hastighet med många start och stopp, vilket är normala körförhållanden för bussar i stadstrafik. För tunga fordon med Euro 6-klassade dieselmotorer är det katalytisk rening, SCR (Selective Catalytic Reduction), i kombination med användning av urea och avancerade styr- och reglersystem som ger de låga utsläppen av kväveoxider. SCR -katalysatorn behöver dock uppnå en viss temperatur för att aktiveras.

Tabell 4. *Uppmätt fördelning av euroklasser för personbilar på Kungsgatan hösten 2019 för olika bränslen i båda körriktningarna.*

Person-bilar	Pre-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6ab	Euro 6c	Euro 6d temp	Euro 6d	Allo-kerade fordon per medel-dygn
Bensin	0,7 %	0,5 %	6,3 %	5,2 %	34 %	15 %	26 %	2,0 %	7,1 %	2,3 %	1 819
Diesel	-	-	0,1 %	0,4 %	10 %	32 %	46 %	1,4 %	9,4 %	0,2 %	2 391
Gas	-	-	-	-	5,8 %	8,4 %	36 %	1,4 %	48 %	-	301
Etanol	-	-	-	0,1 %	75 %	12 %	11 %	1,0 %	-	-	167
Elhybrid	-	-	-	1,7 %	5,8 %	12 %	63 %	3,9 %	11 %	3,0 %	90

Tabell 5. *Uppmätt fördelning av euroklasser för lätta lastbilar på Kungsgatan hösten 2019 för olika bränslen i båda körriktningarna.*

Lätta lastbilar <3,5 ton	Pre-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6ab	Euro 6c	Euro 6d temp	Euro 6d	Allo-kerade fordon per medel-dygn
Bensin	2,8 %	0,9 %	7,5 %	14 %	20 %	**27 %**	**27 %**	0,4 %	0 %	0,4 %	17
Diesel	0,1 %	0,1 %	0,2 %	2,6 %	12 %	34 %	**49 %**	0,9 %	1,6 %	0,1 %	530
Gas	-	-	-	0,1 %	5,2 %	3,5 %	**91 %**	0,1 %	-	-	23
Etanol	-	-	-	1,6 %	25 %	19 %	**54 %**	-	-	-	2

Tabell 6. *Uppmätt fördelning av euroklasser för tunga lastbilar på Kungsgatan hösten 2019 för olika bränslen i båda körriktningarna.*

Tunga fordon		Pre-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	Allokerade fordon per medel-dygn
Tunga lastbilar (>3,5 t)	Diesel	0,3 %	-	0,3 %	2,5 %	2,4 %	29 %	**65 %**	121
	Etanol	-	-	-	-	-	-	**100 %**	0,2
	Gas	-	-	-	-	-	11 %	**89 %**	0,6
Bussar	Diesel	-	-	-	0,5 %	8,9 %	34 %	**57 %**	970
	Gas	-	-	-	-	18 %	**51 %**	30 %	459

Efterlevnad av miljözonen för tung trafik

På Kungsgatan och i stora delar av Uppsalas innerstad gäller sedan år 2013 miljözon klass 1 för tunga lastbilar och bussar. Det innebär att de tunga fordonen måste klara nationella bestämmelser enligt Trafikförordningen (1998:1276) för att få trafikera där (bilaga 1). Huvudregeln för miljözon klass 1 är att alla tunga fordon får köra i miljözonen om första registrering skett under de senaste sex åren, innevarande år oräknat. År 2019 fick tunga fordon av euroklass 5 och euroklass 6 trafikera miljözonen. Euro 6 är enligt nuvarande regler tillåtna på obestämd tid. Visa tunga fordon som är undantagna från miljözonsreglerna (bilaga 1).

I Tabell 7 visas tung trafik som inte följde miljözonsbestämmelserna 2019 i relation till det totala antalet registrerad tung trafik per euroklass. I Tabell 8 visas de olagliga tunga fordonen separat efter euroklass. Sammantaget var det ca 12 % av den tunga trafiken som inte följde miljözonsreglerna, vilket motsvarar ca 166 tunga fordon per dygn av ca 1 400. Av dessa var 159 bussar och 7 tunga lastbilar. Det innebär att ca 12 % av bussarna och ca 5 % av de tunga lastbilarna inte följde reglerna. Ingen hänsyn har tagits till att vissa fordon kunde ha generell dispens enligt Trafikförordningen. Mätningen registrerade fordonens

ordinarie euroklasser och tog inte hänsyn till om fordonens motorer hade uppdaterats till en annan euroklass än den ordinarie. De flesta av de tunga fordonen som bröt mot miljözonen var bussar av klass Euro 4. För tunga lastbilar var det främst Euro 3 och Euro 4 som inte följde reglerna.

I Tabell 9 redovisas registrerade euroklasser för tunga diesellastbilar uppdelade på totalvikter. Uppdelningen har gjorts för att bättre kunna beskriva de tunga lastbilarnas utsläpp av kväveoxider. Euro 6 är vanligast i alla viktklasser förutom den lättaste kategorin 3,5–12 ton där Euro 5 är något vanligare.

Tabell 7. *Fördelning av euroklasser för tunga fordonens passager på Kungsgatan hösten 2019. Äldre tunga fordon markerade med rött följde inte miljözonens regler.*

Tunga fordon på Kungsgatan 2019	Pre-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	Allokerade fordon
	Får inte köra i miljözonen					Tillåtna fordon		
Lastbilar Antal/dygn:	<1	-	<1	3	3	36	79	121
(>3,5 ton)	*0,3 %*	-	*0,3 %*	*2,5 %*	*2,4 %*	*29 %*	*65 %*	*100 %*
Bussar *Antal/dygn:*	<1	-	-	4	155	508	619	1 286
	<0,1 %	-	-	*0,3 %*	*12 %*	*40 %*	*48 %*	*100 %*
Alla *Antal/dygn:*	<1	-	<1	7	158	544	698	1 407
tunga fordon	<0,1 %	-	*<0,1%*	*0,5 %*	*11 %*	*39 %*	*50 %*	*100 %*

Tabell 8. *Fördelning av euroklasser för de olagliga tunga fordonens passager på Kungsgatan 2019.*

Olagliga tunga fordon på Kungsgatan 2019	Pre-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Allokerade olagliga fordon
Krav infördes:	*Före 1993*	*1993.10*	*1997.10*	*2001.10*	*2006.10*	-
Lastbilar *Antal/dygn:*	<1	-	<1	3	3	**7**
(>3,5 ton)	*5,5 %*	-	*5,0 %*	*46 %*	*44 %*	*100 %*
Bussar *Antal/dygn:*	<1	-	-	4	155	**159**
	<0,1 %	-	-	*2,4 %*	*97,5 %*	*100 %*
Alla *Antal/dygn:*	<1	-	<1	7	158	**166**
olagliga tunga fordon	*0,3 %*	-	*0,2 %*	*4 %*	*95 %*	*100 %*

Tabell 9. *Registrerade euroklasser för tunga diesellastbilar på Kungsgatan uppdelat på totalviktsklasser.*

Tunga lastbilar diesel Totalvikt:	Pre-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	Allokerade fordon per medel-dygn
3,5–12 ton	*0,3 %*	-	-	*0,6 %*	*1,1 %*	*9,2 %*	*7,9 %*	23
12–20 ton	-	-	*0,2 %*	*0,5 %*	*0,4 %*	*6,0 %*	*11 %*	22
20–32 ton	-	-	*0,1 %*	*0,4 %*	*0,4 %*	*11 %*	*29 %*	49
>32 ton	-	-	-	*1,0 %*	*0,5 %*	*3,3 %*	*17 %*	27
Alla viktsklasser	*0,3 %*	-	*0,3 %*	*2,5 %*	*2,4 %*	*29 %*	*65 %*	121

Utsläpp av kväveoxider, NO_x

Utsläppen av kväveoxider, NOx från trafiken på Kungsgatan har beräknats med emissionsfaktorer från HBEFA-modellen version 4.1 [9]. Den senaste versionen kom 2019 och är uppdaterad vad gäller de senaste fordonsmätningarna i Sverige och i övriga Europa. Emissionsfaktorerna är anpassade till Kungsgatans vägtyp, fordonssammansättning, bränslen, euroklasser och körmönster. Till det senare har hastighetsmätningar på Kungsgatan år 2014 och 2019 använts [10]. Varje enskild fordonspassage har utifrån hastighet allokerats till en s.k. trafikflödesklass, vilka i HBEFA-modellen benämns Freeflow, Heavy, Saturated och Stop&go. I de framtagna emissionsfaktorerna ingår även kallstartsutsläpp per bränsle-fordonstyp för personbilar och lätta lastbilar.

Utsläppsandelar av NOx

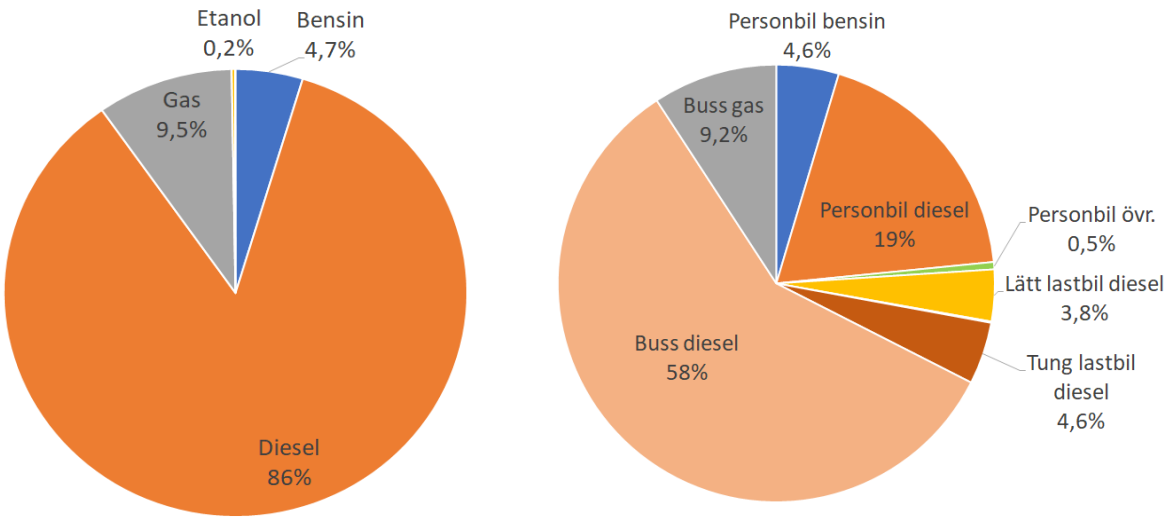
Beräknade utsläppsandelar av kväveoxider, NOx, på Kungsgatan redovisas i Tabell 10 och i Figur 5 och i Figur 6 för olika fordonstyper och bränslen. Utsläppsandelarna baseras på de fordonsandelar som registrerades av Facilty Labs. Beräkningarna visar att ca 86 % av NO_x-utsläppen på Kungsgatan sker från dieseldrivna fordon, vilka utgör ungefär 57 % av trafiken. De bensindrivna fordonen står för ca 5 % av utsläppen och utgör ca 27 % av trafiken. Övriga ca 10 % kommer främst från gasfordon. Av fordonstyperna bidrar de dieseldrivna bussarna mest till de totala utsläppen av kväveoxider med ca 58 %, medan dieseldrivna personbilar och tunga diesellastbilar bidrar med ca 19 % respektive ca 5 %.

De tunga fordon (lastbilar och bussar) som inte följde miljözonsbestämmelserna beräknas stå för ca 24 % av de tunga fordonens utsläpp av kväveoxider och 18 % av trafikens totala NOx-utsläpp på Kungsgatan (ev. äldre tunga fordon med dispens ingår). De utgör 2 % av alla fordon. Enligt Figur 6 är dieseldrivna bussar med euroklass 5 den kategori som beräknas stå för störst andel av NOx-utsläppen på Kungsgatan.

Emissioner per fordon-bränsletyp uppdelat på euroklasser för alla fordonstyper framgår av bilaga 2.

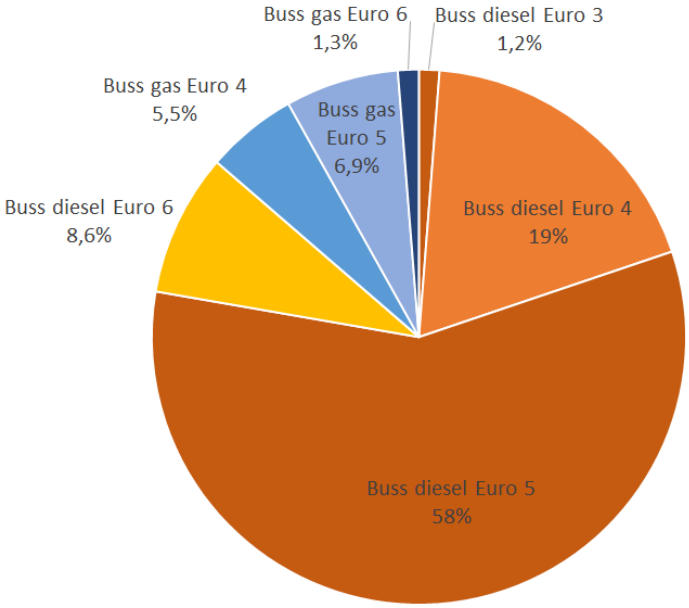
Tabell 10. *Utsläppsandelar av kväveoxider, NOx, på Kungsgatan år 2019 uppdelade på fordonskategorier och bränslen. Jämförelse med andelar av trafiken enligt Facilty Labs registreringar. I bilaga 2 visas även euroklassernas utsläppsandelar.*

	Bensin		Diesel		Gas		Etanol		El/elhybrid	
	Andel trafik	Andel NOx	Andel trafik	Andel NOx	Andel trafik	Andel NOx	Andel trafik	Andel NOx	Andel trafik	Andel NOx
Personbil	27 %	4,6 %	35 %	19 %	4,4 %	0,3 %	2,4 %	0,2 %	2,3 %	<0,1 %
Lätt lastbil	0,1 %	0,1 %	3,8 %	3,8 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	0,1 %	<0,1 %
Tung lastbil	-	-	1,8 %	4,6 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	-	-
Buss	-	-	12 %	58 %	6,4 %	9,2 %	-	-	-	-
Alla fordon	**27 %**	**4,7 %**	**57 %**	**86 %**	**11 %**	**9,5 %**	**2,5 %**	**0,2 %**	**2,4 %**	**<0,1 %**



Total trafik: ca 3,8 ton NOx /år,km (1,4 g NOx/ fkm)

Figur 5. *Beräknad fördelning av utsläppen av kväveoxider på Kungsgatan 2019 efter bränslen t.v. och fordonstyper med olika bränslen t.h. Fordonsfördelning enligt Facilty Labs registreringar.*

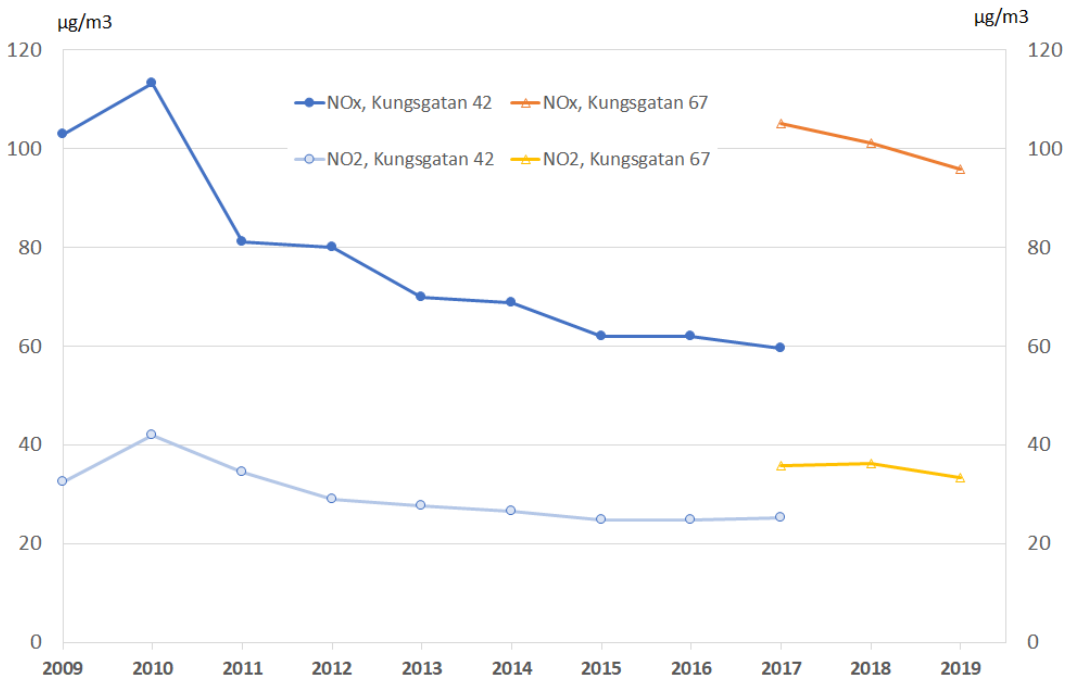


Busstrafik ca 2,5 ton NOx /år,km (1,8 g NOx/ fkm)

Figur 6. *Beräknad fördelning av utsläppen av kväveoxider från bussar på Kungsgatan 2019 efter bränslen och euroklass. Euro 3 och Euro 4 får endast trafikera miljözonen för tung trafik enligt bestämmelser i Trafikförordningen om de är dispensfordon (se bilaga 1). Fordonsfördelning enligt Facilty Labs registreringar.*

Halter av kväveoxider och kvävedioxid

Mätningar av halter av kväveoxider på Kungsgatan har pågått sedan år 2009. Den fasta mätstationen var tidigare placerad vid Stadshuset, Kungsgatan 42, men flyttades till Kungsgatan 67 i början av år 2017 [11]. Den nuvarande mätningen sker på den sydvästra sidan av Kungsgatan vilken är läsida vid de vanligaste vindriktningarna. Detta är den främsta förklaringen till att halterna av kvävoxider och kvävedioxid är högre än den tidigare placeringen på Kungsgatan (Figur 7). Uppmätta halter bestäms förutom av trafikens utsläpp även av meteorologiska förhållanden olika år. Variationen i meteorologi på Kungsgatan beräknas ha påverkat årsmedelvärden av NOx och NO_2 som mest med ca 15–20 %. År 2010 var t.ex. vinterperioderna ovanligt kalla vilket gjorde att halterna blev högre. Halterna av kväveoxider och kvävedioxid har minskat något under åren 2017–2019, men fortfarande överskrids miljökvalitetsnormen för kvävedioxid till skydd för människors hälsa (Tabell 11). Antalet höga dygns- och timmedelvärden är för många medan årsmedelvärdet klaras. De striktare miljökvalitetsmålen klaras inte heller.



Figur 7. *Årsmedelhalter av kväveoxider, NOx (NO+NO_2) samt kvävedioxid, NO_2 vid Kungsgatan 42 åren 2009–2017 och Kungsgatan 67 åren 2017–2019.*

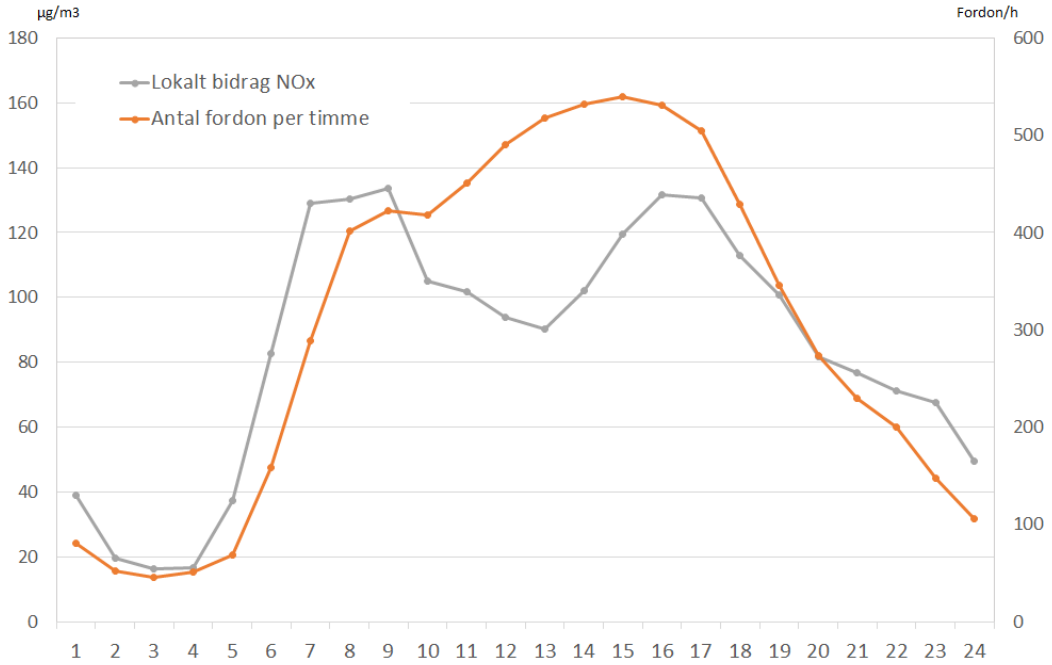
Tabell 11. *Uppmätta halter av kvävedioxid 2019 samt medel för perioden 2017–2019 vid mätstationen Kungsgatan 67. Värden i rött markerar överskridande av normvärdet.*

Halter av kvävedioxid, NO_2 *(µg/m³)*	**Miljö-kvalitets-norm**	**Miljö-kvalitets-mål**	**Kungsgatan 67** År 2019	**Kungsgatan 67** Medelvärde åren 2017-2019
Årsmedelvärde	40 [1)]	20 [1)]	34	35
Dygnsmedelvärde	60 [2)]	-	67	68
Timmedelvärde	90 [3)]	60 [3)]	92	94

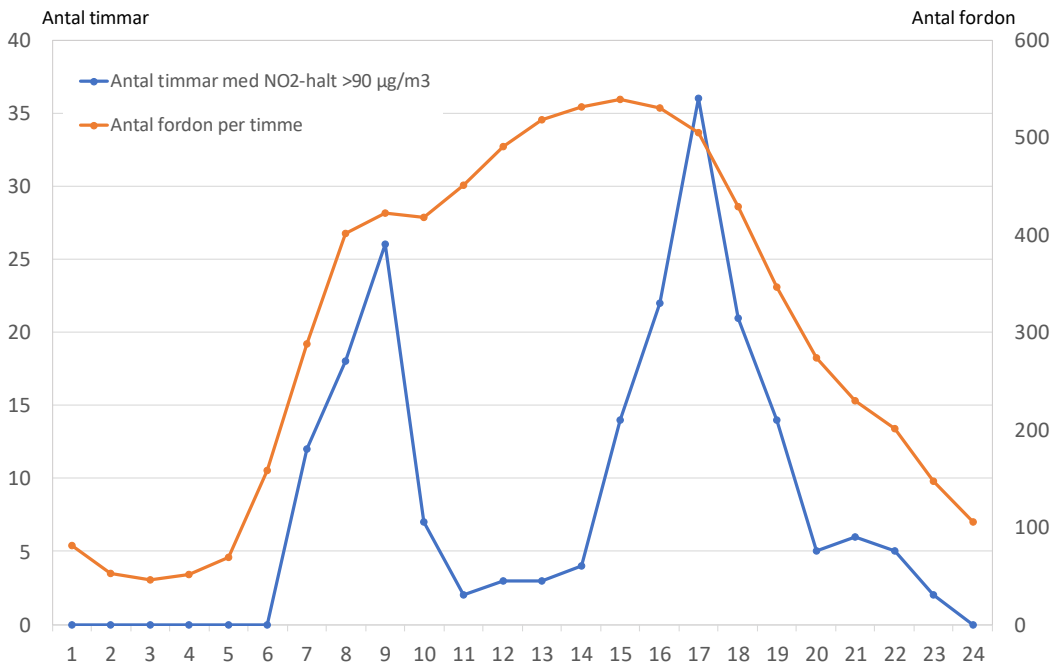
[1)] *Värdet får inte överskridas för ett kalenderår.*
[2)] *Värdet får överskridas max. 7 dygn för ett kalenderår (98-percentil).*
[3)] *Värdet får överskridas max. 175 timmar för ett kalenderår (98-percentil).*

För att miljökvalitetsnormen för kvävedioxid, NO_2, ska klaras måste trafikens utsläpp av kväveoxider på Kungsgatan minska med ca 20 %. Då klaras både dygnsmedelvärdet och timmedelvärdet. Årsmedelvärdet klaras redan idag. För att miljökvalitetsmålen för NO_2 ska klaras måste utsläppen av NOx minska med ca 65 % för att nå målet för årsmedelvärde respektive ca 75 % för att nå målet för timmedelvärde. Dessa beräkningar gäller vid oförändrade bakgrundshalter av kväveoxider i Uppsala.

I Figur 8 visas lokalt bidrag till uppmätta halter av kväveoxider för ett medeldygn 2019 tillsammans med variationen av den totala trafiken enligt trafikmätningarna hösten 2019. Från de totala uppmätta halterna vid Kungsgatan 67 har bakgrundsbidraget av NOx uppmätt i taknivå vid Dragarbrunnsgatan tagits bort. I diagrammet ser man att lokalt bidrag av kväveoxider följer trafikmängden på Kungsgatan relativt väl. Mitt på dagen är det ofta blåsigare vilket gör att utvädringen av kväveoxider ökar och halterna minskar trots att trafiken fortsätter att öka. I Figur 9 ser man att de flesta höga timmedelvärden av NO_2 mäts upp under eftermiddagen kl. 16-17 och morgonen kl. 08-09. På morgonen är luften ofta stillastående vilket gör att utvädringen av kväveoxider minskar och halterna blir högre. Mitt på dagen däremot är det ofta blåsigare vilket gör att halterna minskar trots mycket trafik.



Figur 8. *Uppmätt lokalt bidrag av kväveoxider på Kungsgatan 67 år 2019 som ett medeldygn i jämförelse med ett medeldygn för den totala trafiken under hösten 2019.*

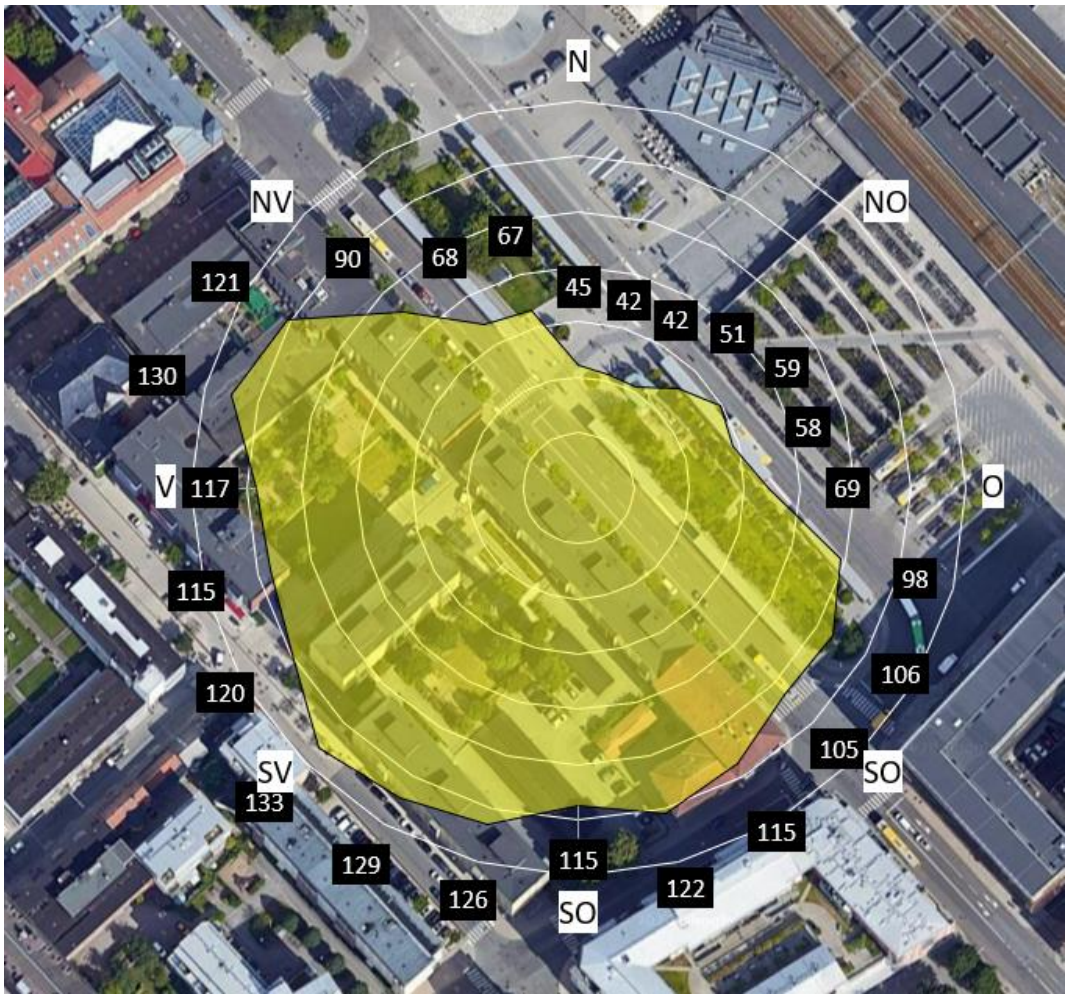


Figur 9. *Antalet uppmätta timmar med kvävedioxidhalt högre än 90 µg/m^3 vid mätstationen på Kungsgatan 67 år 2019 i jämförelse med dygnsvariationen av trafikflödet vid samma plats uppmätt under hösten 2019.*

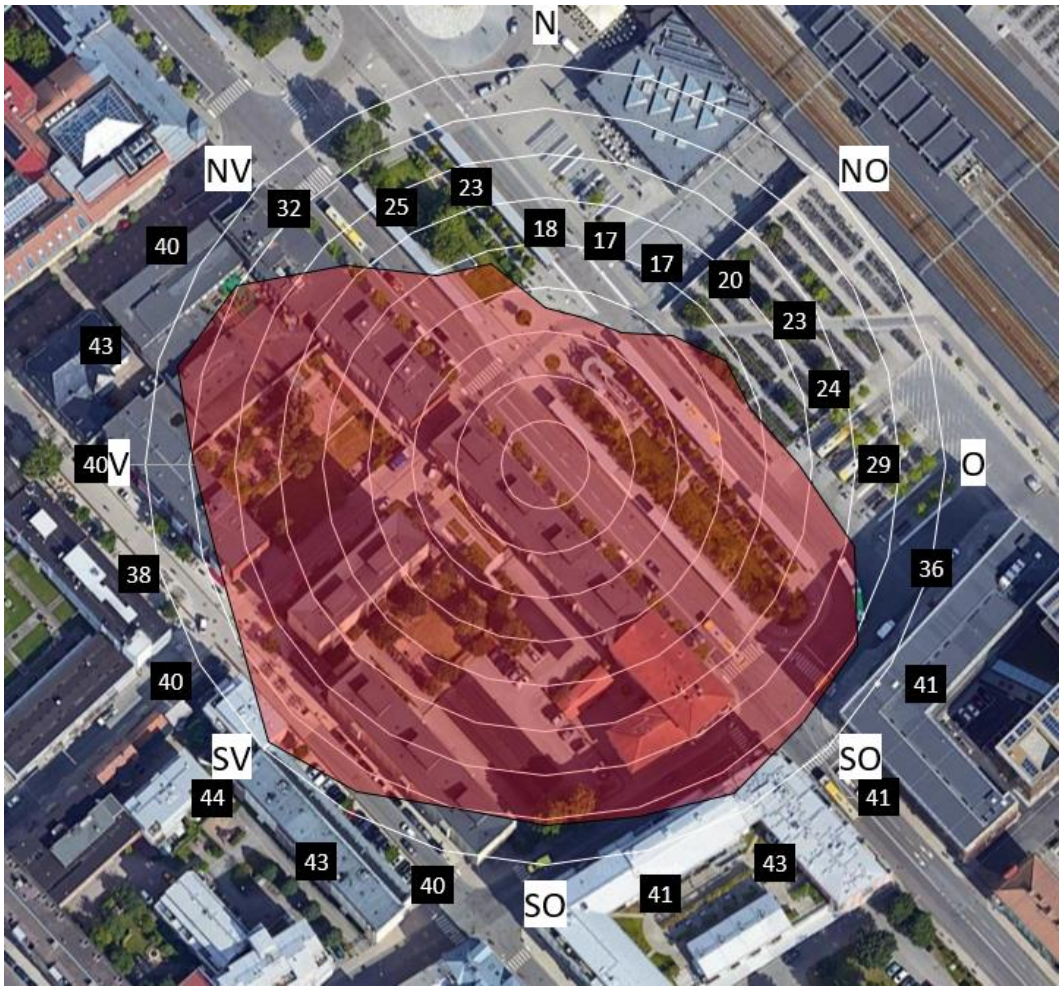
Halter av kväveoxider och kvävedioxid vid olika vindriktningar

Kungsgatan är orienterad i nordvästlig-sydostlig riktning. De högsta halterna av kväveoxider vid mätstationen Kungsgatan 67 mäts upp vid vindar från sydväst, vilket kan ses i Figur 10 (NO_x) och Figur 11 (NO_2). Vid dessa vindar bildas en läsida vid mätstationen vilket gör att trafikens avgaser ansamlas och halterna blir höga. Årsmedelvärdet av NOx för hela 2019 års vindar och vindriktningar vid mätstationen är 96 µg/m^3. Vid sydvästliga vindar är årsmedelvärdet 133 µg/m^3, vilket är ca 38 % högre och en betydande skillnad. De lägsta halterna av NOx mäts upp vid nordliga till nordostliga vindar med ett årsmedelvärde på 42 µg/m^3. Det kan jämföras med bakgrundshalten av NOx i Uppsala som år 2019 var ca 10 µg/m^3 (årsmedelvärde uppmätt taknivå vid Dragarbrunnsgatan).

Fördelningen för kvävedioxid, NO_2, blir ungefär densamma som för NOx. Årsmedelvärdet av NO_2 vid mätstationen för alla 2019 års vindar och vindriktningar är 34 µg/m^3, vilket kan jämföras med årsmedelvärdet 44 µg/m^3 (ca 30 % högre) vid enbart sydvästliga vindar (Figur 11). Även lägsta halter av NO_2 förekommer vid nordliga till nordostliga vindar och årsmedelvärdet uppgår då till ca 17 µg/m^3, vilket kan jämföras med bakgrundshalten av NO_2 i Uppsala som år 2019 var 7,5 µg/m^3 (årsmedelvärde uppmätt i taknivå vid Dragarbrunnsgatan).



Figur 10. *Uppmätta medelhalter av kväveoxider, NOx, vid mätstationen Kungsgatan 67 vid olika vindriktningar år 2019. Vinddata kommer från meteorologiska masten i Marsta strax norr om Uppsala. I cirklarnas mitt ligger mätstationen.*



Figur 11. *Uppmätta medelhalter av kvävedioxid, NO_2, vid mätstationen Kungsgatan 67 vid olika vindriktningar år 2019. Vinddata kommer från meteorologiska masten i Marsta strax norr om Uppsala. I cirklarnas mitt ligger mätstationen*

Effekter på NO_2-halter av olika trafikåtgärder

Beräkningar har gjorts för hur olika åtgärder och förändringar av trafiken påverkar halterna av kvävedioxid på Kungsgatan. Syftet är att förbättra underlaget för kommunen att kunna föreslå effektiva åtgärder vad gäller att minska halterna av kvävedioxid så att miljökvalitetsnormen klaras och i förlängningen även möta de striktare miljökvalitetsmålen till skydd för människors hälsa. Åtgärderna har beräknats dels utifrån Facilty Labs registrerade medeldygnstrafik på ca 7 300 fordon, dels ca 9 600 fordon per medeldygn vilket avspeglar trafikflödet på Kungsgatan när det inte är dubbdäcksäsong. Skillnaden i trafikflöde under året beror på att lätta fordon med dubbdäck undviker Kungsgatan p.g.a. dubbdäcksförbudet. Sammansättningen av bränslen och euro-klasser för de personbilar och lätta lastbilar som tillkommer antags i beräkningarna vara likadan som i Facility Labs registreringar.

De åtgärder och förändringar av trafiken på Kungsgatan som analyseras är:

- Miljözon klass 1 för tunga fordon - full efterlevnad av befintligt regelverk
- Miljözon klass 2 för lätta fordon - full efterlevnad av regler som kan införas år 2020
- Miljözon klass 1 och miljözon klass 2 - full efterlevnad av regelverken för både tunga och lätta fordon
- Genomfartsförbud för all genomgående trafik
- Genomfartsförbud för all genomgående trafik förutom bussar
- Genomfartsförbud för genomgående tunga lastbilar
- Alla bussar drivs av el
- Hälften av bussarna drivs av el
- Jämnare körmönster - effekter av 100 % ”Free flow” för all trafik

Beräkningarna utgår från uppmätta totala halter av kväveoxider på Kungsgatan 67 åren 2017–2019, för ett meteorologiskt normalt år, med avdrag för den urbana bakgrundshalten av NOx uppmätt i taknivå vid Dragarbrunnsgatan. Det lokala bidraget av kväveoxider har sedan delats upp i de klasser av fordon, bränslen och euroklasser som registrerats vid trafikmätningarna kombinerat med emissionsfaktorer enligt HBEFA-modellen version 4.1. För konvertering av NO_x till NO_2-halter för miljökvalitetsnormens olika medelvärdestider (år, dygn, timmar) används matematiska samband (formler) som erhållits vid mätningarna på Kungsgatan.

Effekter av full efterlevnad av miljözon klass 1 och klass 2

I Tabell 12 visas resultatet av beräkningarna av kvävedioxidhalter vid full efterlevnad av miljözon klass 1 för tunga fordon och miljözon klass 2 för lätta fordon. Åtgärderna för miljözoner avser effekter av att nationella regler som gäller enligt Trafikförordningen (1998:1276) följs. I den befintliga miljözonen klass 1 i centrala Uppsala, där också Kungsgatan ingår, måste tunga lastbilar och bussar för närvarande tillhöra euroklass 5 eller euroklass 6. Miljözon klass 2 för personbilar och lätta lastbilar har kommunen möjlighet att införa på Kungsgatan. Nationella regler tillämpbara från 2020 innebär att lätta fordon måste tillhöra euroklass 5 eller euroklass 6. Regelverket för miljözon klass 2 skärps dock år 2022 då dieselfordon av euroklass 5 inte längre får köra. Även nationella regler för miljözon klass 1 skärps år 2021 då endast tunga fordon av euroklass 6 får köra i miljözonen. I beräkningarna antags att uppmätta fordonsandelar av euroklass 4 och äldre fördelas

proportionellt på den uppmätta fördelningen av de godkända euroklasserna. Den totala trafikmängden på Kungsgatan antags vara oförändrad liksom bakgrundshalterna.

Tabell 12. *Beräknade effekter på halter av kvävedioxid på Kungsgatan vid full efterlevnad av olika miljözoner år 2019. Jämförelse med miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål. Inom parentes anges beräknad effekt vid ett högre värde för årsmedeldygn.*

Halter på Kungsgatan, µg/m³	**Nuläge år 2019**	**Miljözon klass 1**	**Miljözon klass 2**	**Miljözon klass 1+2**
NO_X, urban bakgrund	10	10	10	10
NO_X, lokalt bidrag	85	75 (76)	82 (81)	72 (72)
NO_X, total halt	95	85 (86)	92 (91)	82 (82)
NO_2, årsmedelvärde	35	32 (32)	34 (34)	31 (32)
(norm=40, mål =20))		-7 % (-6 %)	-2 % (-3 %)	-9 % (-9 %)
NO_2, dygnsmedelvärde	65	62 (62)	64 (64)	61 (61)
(norm=60, mål finns ej)		-5 % (-4 %)	-1 % (-2 %)	-6 % (-6 %)
NO_2, timmedelvärde	90	87 (88)	89 (89)	87 (87)
(norm=90, mål=60)		-3 % (-2 %)	-1 % (-1 %)	-3 % (-3 %)

Det är ca 12 % av den tunga trafiken på Kungsgatan som inte följer nationella regler för miljözon klass 1 för tunga fordon varav de flesta är bussar med euroklass 4. Vid full efterlevnad av befintlig miljözon klass 1 beräknas dygnsmedelvärdet av NO_2, som är det normvärde som är svårast att klara, minska med ca 4–5 % (Tabell 12). Det är mer än vad en miljözon klass 2 för lätta fordon beräknas innebära, ca 1–2 %. Att effekten är större för miljözon klass 1 än klass 2 beror på att den äldre tunga trafiken står för en mycket större del av utsläppen av kväveoxider på Kungsgatan än den äldre lätta trafiken. Både dessa miljözoner tillsammans beräknas vid full efterlevnad minska dygnsmedelvärdet av NO_2 med ca 6 %. Detta är dock inte tillräckligt för att klara normvärdet 60 µg/m³.

Effekter av genomfartsförbud för olika fordonstyper

Beräkningarna av effekter av genomfartsförbud utgår från Facility Labs trafikmätningar hösten 2019 vid tre olika platser längs Kungsgatan [12]. Förutom vid Centralstationen var sensorer uppsatta vid S:t Olofsgatan i norr och vid Strandbodgatan i söder. De fordon som registrerades inom 10 minuter vid både den norra och södra mätplatsen antags ha passerat Centralstationen och utgör därmed genomfartstrafik som skulle kunna försvinna vid ett förbud med full efterlevnad. Enligt Tabell 13 är 37 % av den totala trafiken i båda körriktningar på Kungsgatan vid Centralstationen genomfartstrafik. Andelen är något högre söderut än norrut. De flesta genomgående fordon är personbilar. För södergående bussar är i stort sett alla genomfartstrafik. Resultatet av beräkningarna på NO_2-halter framgår av Tabell 14.

Tabell 13. *Resultat av Facility Labs mätningar av genomfartstrafik på Kungsgatan* [12].

Fordonsslag	Genomfart vid Centralstationen fordon/dygn			Genomfartsandel av trafiken vid Centralstationen		
	Söder-gående	Norr-gående	Totalt	Söder-gående	Norr-gående	Totalt
Personbil	1 162	724	1 886	39 %	35 %	37 %
Lätt lastbil	125	86	211	37 %	36 %	37 %
Tung lastbil	25	13	38	33 %	28 %	31 %
Buss	294	161	455	100 %	16 %	36 %
Totalt	1 607	983	2 590	44 %	29 %	37 %

Tabell 14. *Beräknade effekter på halter av kvävedioxid på Kungsgatan vid olika genomfartsförbud för uppmätt genomgående trafik år 2019. Jämförelse med miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål. Inom parentes anges beräknad effekt vid ett högre värde för årsmedeldygn.*

Halter på Kungsgatan, µg/m³	Nuläge år 2019	Genomfarts-förbud	Genomfartsförbud (ej bussar)	Genomfartsförbud för tunga lastbilar
NO_X, urban bakgrund	10	10	10	10
NO_X, lokalt bidrag	85	56 (55)	75 (73)	84 (84)
NO_X, total halt	95	66 (65)	85 (83)	94 (94)
NO_2, årsmedelvärde	35	27 (27)	32 (32)	34 (34)
(norm=40, mål =20))		-22 % (-22 %)	-7 % (-9 %)	-1 % (-1 %)
NO_2, dygnsmedelvärde	65	56 (55)	62 (61)	64 (64)
(norm=60, mål finns ej)		-14 % (-14 %)	-4 % (-6 %)	-1 % (-1 %)
NO_2, timmedelvärde	90	81 (81)	87 (87)	89 (89)
(norm=90, mål=60)		-9 % (-9 %)	-2 % (-3 %)	-0,5 % (-0,5 %)

Ett genomfartsförbud med full efterlevnad för all uppmätt genomgående trafik innebär att totala trafikmängden på Kungsgatan minskar med 37 % och utsläppen av kväveoxider (lokalt bidrag) med ca 35 %. Detta medför enligt beräkningarna att dygnsmedelvärdet av NO_2 minskar med ca 14 % och att miljökvalitetsnormen för kvävedioxid klaras. Det är dock rimligt att anta att bussarna undantas från ett genomfartsförbud. Effekten beräknas då bli att dygnsmedelvärdet av NO_2 minskar med ca 4–6 %. Effekterna av ett förbud för de genomgående tunga lastbilarna beräknas endast bli någon procent på NO_2-halterna. De tunga lastbilarna utgör endast ca 2 % av Kungsgatans totala trafik varav ungefär en tredjedel är genomfartstrafik.

Effekter av införande av elbussar samt jämnare trafikmönster

I Tabell 15 redovisas beräkningar för ett scenario att de nuvarande bussarna på Kungsgatan helt eller delvis ersätts av bussar som drivs av el med inga utsläpp av kväveoxider eller andra avgaser. Eftersom dagens bussar står för en stor del av utsläppen av kväveoxider får denna åtgärd stora effekter på halterna av kvävedioxid. Dygnsmedelvärdet som är svårast att klara beräknas minska med ca 28–32 % om alla bussarna drivs av el och med ca 13–14 % om hälften av bussarna är eldrivna.

I Tabell 15 redovisas även effekter av fritt trafikflöde för alla fordon. Detta kanske också är svårt att uppnå i praktiken eftersom bussar stannar till vid hållplatser och trafik stannar även vid rött ljus vid övergångsstället vid Vretgränd. Effekten beräknas till någon procents minskning av dygnsmedelvärdet av NO_2.

Tabell 15. *Beräknade effekter år 2019 på halter av kvävedioxid på Kungsgatan för övergång till eldrivna bussar samt effekter av jämnare körmönster för all trafik (100 % "Free flow" enligt HBEFA-modellen). Jämförelse med miljökvalitetsnorm och miljömål. Inom parentes anges beräknad effekt vid ett högre värde för årsmedeldygn.*

Halter på Kungsgatan, µg/m³	Nuläge år 2019	Alla bussar drivs av el	Hälften av bussarna drivs av el	Fritt trafikflöde all trafik
NO_X, urban bakgrund	10	10	10	10
NO_X, lokalt bidrag	85	26 (32)	56 (59)	83 (82)
NO_X, total halt	95	36 (42)	66 (68)	93 (92)
NO_2, årsmedelvärde	35	19 (20)	27 (28)	34 (34)
(norm=40, mål =20))		-47 % (-41 %)	-22 % (-20 %)	-2 % (-2 %)
NO_2, dygnsmedelvärde	65	44 (46)	55 (56)	64 (64)
(norm=60, mål finns ej)		-32 % (-28 %)	-14 % (-13 %)	-1 % (-1 %)
NO_2, timmedelvärde	90	66 (70)	81 (82)	89 (89)
(norm=90, mål=60)		-26 % (-22 %)	-9 % (-8 %)	-0,5 % (-0,5 %)

Förväntade effekter på halter av förnyad fordonspark enligt HBEFA

I HBEFA-modellen finns nationella prognoser för utvecklingen av fordonsparkens utsläpp av kväveoxider. Om den förväntade förändringen av emissionsfaktorn för NOx för Kungsgatans vägtyp appliceras på Facilty Labs registrerade sammansättning av personbilar, lätta lastbilar, tunga lastbilar och bussar beräknas utsläppen av NOx minska med ca 65 % mellan år 2019 och 2025. Minskningen mellan år 2019 och år 2030 är 80 % (Tabell 16). Den utsläppsminskningen innebär att miljökvalitetsnormen för NO_2 klaras år 2025. År 2030 klaras även de striktare miljökvalitetsmålen. Viktigt att påpeka är dock att dessa beräkningar är mer osäkra än trafikåtgärderna, vilka baseras på ett bättre underlag i och med den uppmätta fördelningen av både fordon, bränslen och euroklasser år 2019.

I prognoserna ligger utöver infasning av nya euroklasser (t.ex. Euro 6d för lätta dieselfordon) även infasning av elfordon för lätta fordon och för bussar. Prognosen för "Urban Buses" i HBEFA-modellen år 2030 är 38 % elbussar, 48 % dieselbussar (hälften

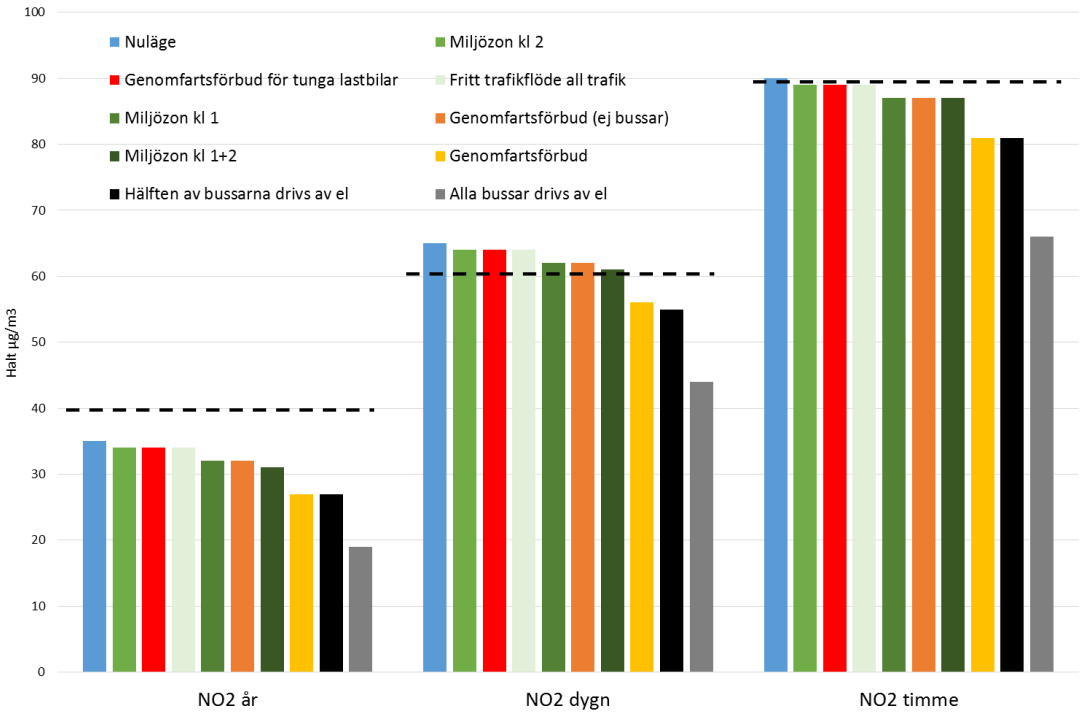
Euro 6) och 13 % gasbussar. Bussar förväntas få de största utsläppsminskningarna av kväveoxider framgent av alla fordonstyper i HBEFA-modellen.

Tabell 16. *Beräknade halter av kvävedioxid på Kungsgatan år 2025 och 2030 utifrån HBEFA-modellens förväntade utveckling av emissioner för Kungsgatans vägtyp och sammansättning av personbilar, lätta lastbilar, tunga lastbilar och bussar enligt Facility Labs registreringar 2019. Oförändrad total trafikmängd och bakgrundshalt*

Halter på Kungsgatan, µg/m³	**Nuläge år 2019**	**HBEFA år 2025**	**HBEFA år 2030**
NO_X, urban bakgrund	10	10	10
NO_X, lokalt bidrag	85	30	16
NO_X, total halt	95	40	26
NO_2, årsmedelvärde	35	20	15
(norm=40, mål =20))		(-43 %)	(-57 %)
NO_2, dygnsmedelvärde	65	45	38
(norm=60, mål finns ej)		(-30 %)	(-41 %)
NO_2, timmedelvärde	90	68	57
(norm=90, mål=60)		(-24 %)	(-37 %)

Sammanställning av åtgärdernas effekter på NO_2-halterna

I Figur 12 visas en sammanställning av de olika åtgärdernas beräknade effekter på NO_2-halterna avseende årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde (utifrån Facilty Labs registrerade fordonssammansättning). Störst minskning ger att alla bussar elektrifieras samt genomfartsförbud för alla genomgående fordon.



Figur 12. *Sammanställning av beräknade effekter på NO_2-halter på Kungsgatan av olika åtgärder i jämförelse ned nuläget. Normvärden är markerade med svart streckad linje.*

Betydelsen av fotokemi respektive NOx-utsläpp för NO_2-halterna

Till skillnad från den totala mängden kväveoxider (NOx) styrs halterna av kvävedioxid (NO_2) inte enbart av utsläppen från vägtrafiken utan också av fotokemiska reaktioner med ozon (O_3) som är den viktigaste oxidanten (Johansson & Forsberg, 2005). I fordonsavgaser domineras NOx-utsläppen av kvävemonoxid (NO), som i utomhusluften blandas med O_3 och oxideras till kvävedioxid (NO_2). Intill vägar och i slutna gaturum inne i tätorterna reagerar det mesta ozonet med kvävemonoxid och bildar kvävedioxid:

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2 \qquad (1)$$

Denna reaktion är snabb; inom några få minuter har största delen av kvävemonoxid oxiderats förutsatt att ozon finns tillgängligt. Men när NO_2-molekylerna absorberar UV-ljus återbildas NO och O_3:

$$NO_2 + \text{UV-ljus} \rightarrow NO + O \qquad (2)$$

och

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \qquad (3)$$

Även dessa reaktioner är snabba förutsatt att solinstrålningen är tillräckligt stor. Dessa reaktioner upprätthåller en fotokemisk balans mellan NO och NO_2. Vilken av NO respektive NO_2 som förekommer i högst halt beror främst på storleken på NOx-utsläppen, NO_2-andelen i utsläppen, ozontillgången, ljusintensiteten och luftomblandningen. I gatunivå längs hårt trafikerade vägar i städer tillförs så mycket kvävemonoxid via trafikens utsläpp att en stor del av ozonet förbrukas. Men allteftersom NOx-utsläppen från vägtrafiken minskar tenderar ozonhalterna att öka i tätorterna och därmed blir andelen NO_2 av NOx högre (Olstrup m fl., 2018). Detta gör att halterna av NO_2 inte minskar i samma takt som de totala NOx-halterna. Men samtidigt ökar ozonhalterna i bakgrundsluften i Sverige och Europa, vilket bidrar till att öka NO_2-andelen i städerna. Även bidraget från direktutsläppen av NO_2 förändras i takt med att fordonsflottan förnyas. T.ex. har bensin- och dieselfordon med vissa katalysatorer högre andel kvävedioxid än fordon utan katalysatorer.

För att illustrera betydelsen av fotokemin för NO_2-halterna på Kungsgatan beräknades bidragen till de totala NO_2-halterna från:

- de fotokemiska reaktionerna med ozon,
- utsläppen av NO_2 i avgaserna samt
- intransporterad luft från andra utsläpp än fordonen på Kungsgatan

Resultaten för nuläget och de båda alternativen med 100 % respektive 50 % eldrivna bussar framgår av Tabell 17. Beräkningarna visar att en stor del av NO_2-halten i nuläget beror på fotokemin; i detta fall mellan 26 % och 42 %. Om alla bussar är eldrivna bidrar fotokemin och direktutsläppen med ungefär lika mycket, medan nästan hälften av NO_2-halten från andra källor än fordonen på Kungsgatan. I nuläget och med 50 % eldrivna bussar ger fotokemin det största bidraget till de totala NO_2-halterna.

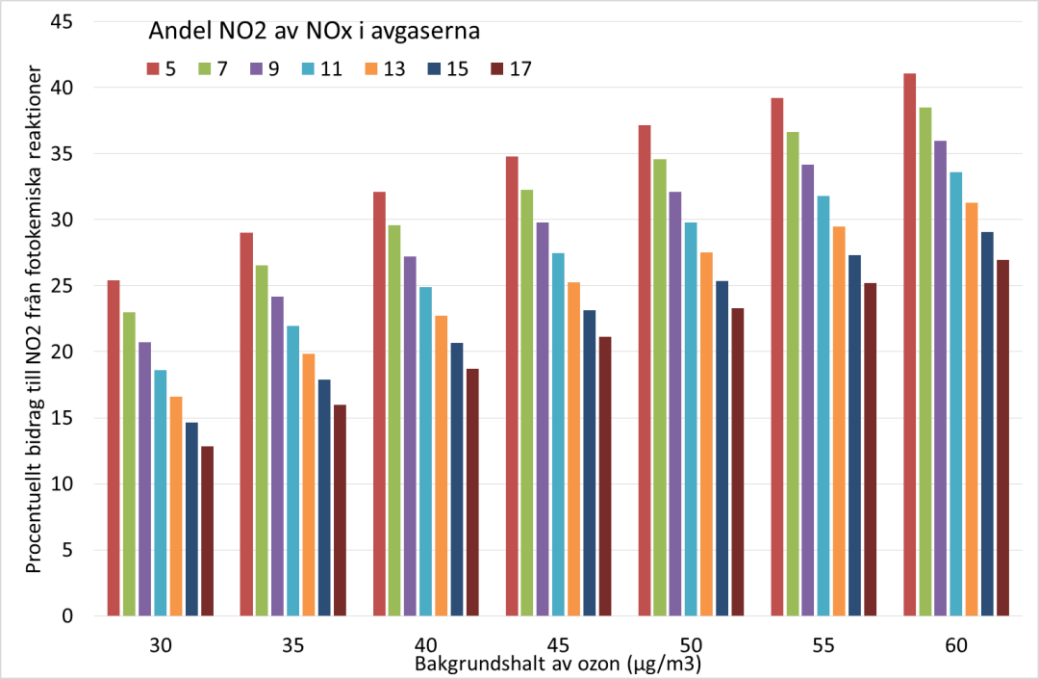
Tabell 17. Bidrag till beräknade halter av kvävedioxid på Kungsgatan i nuläget år 2019 samt med 100 % elbussar och 50 % eldrivna bussar. *Fordonsfördelning enligt Facilty Labs registreringar.*

Scenario	Nuläge år 2019	Alla bussar drivs av el	Hälften av bussarna drivs av el
NO_2, ozonoxidation	15 (42 %)	5 (26 %)	10 (38 %)
NO_2, direktutsläpp	11 (32 %)	5 (26 %)	8 (29 %)
NO_2, bakgrundshalt	9 (26 %)	9 (48 %)	9 (33 %)
NO_2, årsmedelvärde	35	19	27
(norm=40, mål =20))			

Beräkningarna i Tabell 17 är beroende på antagande om bakgrundshalten av ozon, andelen NO_2 av NOx i avgaserna samt meteorologiska förhållanden. Givet en viss total halt av NO_2 i gaturummet så kommer relativa betydelsen av fotokemin respektive direktutsläpp i avgaserna att variera beroende på:

1. Bakgrundshalten av ozon – högre ozonhalt ökar betydelsen av ozon för NO_2-halten
2. Andelen NO_2 av NOx i direktutsläppen – högre NO_2-andel i utsläppen minskar betydelsen av ozon för NO_2-halten
3. Varmare och soligare väder ökar betydelsen av ozon för NO_2-halten

I Figur 13 visas hur betydelsen av fotokemin för bidraget till NO_2 halten i gaturummet påverkas av bakgrundshalten ozon och andelen NO_2 av NOx i avgaserna. Högre bakgrundshalt och lägre andel NO_2 i avgaserna ökar betydelsen av fotokemin. Med en bakgrundshalt av ozon på t.ex. 60 µg/m^3 och en andel NO_2 i avgaserna på 5 % så beror 40 % av NO_2 halten på fotokemin



Figur 13. *Procentuella bidraget av fotokemin till NO_2-halterna beroende på bakgrundshalten av ozon och den genomsnittliga andelen NO_2 i fordonsavgaserna.*

Det är viktigt att notera att de lokala utsläppen av NO_2 och NO (som oxideras till NO_2) är viktigast för de totala halterna av NO_2. Efterhand som utsläppen från den lokala trafiken minskar kommer ozonet att få ökad betydelse för NO_2-halterna. Ökade ozonhalter i tätorter bidar till ökade hälsorisker, men beräkningar för Stockholm, Göteborg och Malmö visar att de minskade hälsoriskerna förknippade med minskade utsläpp av NOx och partiklar från fordonen bidrar i högre utsträckning till att minska t.ex. antalet förtida dödsfall jämfört med ökat antal fall förknippade med den något ökade ozonexponeringen (Olstrup m fl., 2018).

Referenser

1. Uppsala kommun, gatu- och samhällsmiljönämnden, Stationsgatan 12, 753 75 Uppsala.
2. Facility Labs AB, Berga Backe 2, 182 53 Danderyd.
3. Förslag till åtgärdsprogram för att klara miljökvalitetsnormen för kvävedioxid i Uppsalas län. Redovisning av regeringens uppdrag Dnr M2000/2458/R, M2000/58/R. Länsstyrelsen i Uppsalas län, 2003.
4. Åtgärdsprogram avseende miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar i Uppsalas län. Regeringsbeslut, 2004-12-09.
5. Omprövning av Åtgärdsprogram för kvävedioxid och partiklar (PM10) i Uppsala. april 2014
6. Avgasmätningar på bussar i verklig drift för identifiering av hög emitterare. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, rapportnummer B 2090. Januari 2017.
7. Trendbrott för bussavgaser med senaste utsläppsklassen. Pressmeddelande från IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 2016-10-18.
8. Martin Jerksjö, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, m.fl. Roadside assessment of a modern city bus fleet: Gaseous and particle emissions. Atmospheric Environment: X, Volume 3, July 2019 www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590162119300474
9. Benedikt Notter, Mario Keller, Brian Cox. HBEFA, Handbook emission factors for road transport 4.1. Quick reference. Bern, June 28, 2019. INFRAS.
10. Trafikrapport. Kungsgatan, mellan Vretgränd och Bäverns gränd. 2014-10-03 (6 dagar). Uppsala kommun, april 2019.
11. Magnus Brydolf, Billy Sjövall. Jämförelser av halter PM10 och NO_2 vid Kungsgatan 42 och Kungsgatan 67 i Uppsala. Mätningar under februari-april år 2017. Utfört på uppdrag av Uppsala kommun. SLB-analys, SLB 2017:5.
12. Genomfartsanalys. Plats: Uppsala Kungsgatan. Mätperiod 2019-10-29 – 2019-11-28. Rapportdatum: 2020-01-28. Facilty Labs på uppdrag av Uppsala kommun.

Rapporter från SLB-analys finns att hämta på: *www.slb.nu*

Bilaga 1

Nationella regler för miljözon klass 1 för tung trafik (>3,5 ton) utifrån euroklass och registreringsår. Trafikförordningen (1998:1276*).*

Första registreringsår oavsett land	Enligt huvudregeln	Euro 3 (MK 2000)	Euro 4 (MK 2005)	Euro 5 + EEV (MK 2008)	Euro 6 eller bättre
2004	2010	2012	2016		
2005	2011	2013	2016	2020	
2006	2012	2014	2016	2020	
2007	2013	2015	2016	2020	
2008	2014		2016	2020	
2009	2015		2016** el 2017*	2020	
2010	2016		2016** el 2018*	2020	
2011	2017			2020	
2012	2018			2020	
2013	2019			2020** el 2021*	Obegränsad
2014	2020			2020** el 2022*	Obegränsad
2015	2021				Obegränsad
2016	2022				Obegränsad
2017	2023				Obegränsad
2018	2024				Obegränsad

Generellt undantagna tunga fordon från miljözonsreglerna enl. Trafikförordningen (1998:1276).

1. Fordon som används i yrkesutövning av polis- eller tullpersonal, personal vid kustbevakningen, läkare, sjuksköterska, barnmorska eller veterinär.
2. Fordon som används för transporter av sjuka personer till läkare eller sjukvårdsanstalt.
3. Fordon som används vid räddningstjänst.
4. Fordon som används i andra jämförliga trängande fall.
5. Utryckningsfordon i andra fall än som avses i 1–4.
6. Fordon som definieras som veteranfordon i 2 kap. 2 § Vägtrafikskattelagen.
7. Militärtrafikförordning (SFS 2009:212) Under en militär övning får fordon som brukas av Försvarsmakten eller av någon annan myndighet föras trots bestämmelserna i 22 § i Trafikförordningen.

Bilaga 2

Beräkningar av utsläpp av kväveoxider, NOx, på Kungsgatan år 2019 utifrån uppmätta euroklasser för olika fordonskategorier samt HBEFA 4.1 emissionsfaktorer. Tabellen är sorterad i fallande ordning efter utsläpp. HGV står för tunga lastbilar och LCV för lätta lastbilar.

Fordonstyp	Euroklass	Trafik antal/dygn	Trafik andel	Nox g/km HBEFA	NOx g/dygn	NOx kg/år	Andel av NOx
Buss diesel	Euro 5	330	4,5%	12,916	4260,6	1555,1	40,5%
Buss diesel	Euro 4	87	1,2%	15,632	1367,2	499,0	13,0%
Pb diesel	Euro 5	816	11,2%	1,062	866,4	316,2	8,2%
Pb diesel	Euro 6ab	1166	16,0%	0,587	685,0	250,0	6,5%
Buss diesel	Euro 6	561	7,7%	1,129	633,7	231,3	6,0%
Buss gas	Euro 5	235	3,2%	1,967	461,6	168,5	4,4%
Buss gas	Euro 4	83	1,1%	4,454	371,7	135,7	3,5%
Pb diesel	Euro 4	251	3,4%	1,081	271,3	99,0	2,6%
HGV diesel	Euro 5	38	0,5%	6,422	241,4	88,1	2,3%
LCV diesel	Euro 5	188	2,6%	1,071	201,3	73,5	1,9%
HGV diesel	Euro 6	83	1,1%	2,007	167,4	61,1	1,6%
Pb bensin	Euro 4	659	9,1%	0,215	142,0	51,8	1,4%
Pb bensin	Euro 2	121	1,7%	0,957	116,2	42,4	1,1%
Buss diesel	Euro 3	4	0,1%	20,093	89,7	32,8	0,9%
Buss gas	Euro 6	140	1,9%	0,608	84,9	31,0	0,8%
LCV diesel	Euro 6ab	272	3,7%	0,312	84,7	30,9	0,8%
LCV diesel	Euro 4	68	0,9%	1,074	73,3	26,8	0,7%
Pb bensin	Euro 6ab	505	6,9%	0,134	67,6	24,7	0,6%
Pb bensin	Euro 3	99	1,4%	0,413	40,8	14,9	0,4%
Pb bensin	Euro 5	292	4,0%	0,140	40,8	14,9	0,4%
HGV diesel	Euro 3	3	0,0%	7,653	24,3	8,9	0,2%
HGV diesel	Euro 4	3	0,0%	6,469	19,7	7,2	0,2%
LCV diesel	Euro 3	15	0,2%	1,271	18,8	6,9	0,2%
Pb diesel	Euro 6d-temp	237	3,3%	0,078	18,4	6,7	0,2%
Pb diesel	Euro 6c	35	0,5%	0,525	18,3	6,7	0,2%
Pb etanol	Euro 4	133	1,8%	0,132	17,5	6,4	0,2%
Pb bensin	Euro 6d-temp	136	1,9%	0,129	17,5	6,4	0,2%
Pb gas	Euro 6d-temp	153	2,1%	0,087	13,3	4,8	0,1%
Pb bensin	Euro 0	14	0,2%	0,891	12,8	4,7	0,1%
Pb bensin	Euro 1	9	0,1%	1,359	12,6	4,6	0,1%
Pb diesel	Euro 3	10	0,1%	1,149	11,2	4,1	0,1%
Pb gas	Euro 6ab	115	1,6%	0,087	10,0	3,6	0,1%
Pb bensin	Euro 6c	39	0,5%	0,129	5,0	1,8	0,0%
Pb bensin	Euro 6d	44	0,6%	0,107	4,7	1,7	0,04%
Pb etanol	Euro 5	22	0,3%	0,132	2,9	1,0	0,03%
HGV diesel	Euro 0	0,4	0,0%	7,482	2,8	1,0	0,03%
Pb etanol	Euro 6ab	20	0,3%	0,132	2,6	1,0	0,02%
HGV diesel	Euro 2	0,3	0,0%	7,180	2,5	0,9	0,02%
Pb gas	Euro 5	27	0,4%	0,087	2,3	0,8	0,02%
Pb diesel	Euro 2	2	0,0%	1,009	2,2	0,8	0,02%
Pb elhybrid	Euro 6ab	60	0,8%	0,033	2,0	0,7	0,02%
Pb gas	Euro 4	18	0,3%	0,087	1,6	0,6	0,02%
LCV bensin	Euro 0	1	0,0%	2,964	1,5	0,6	0,01%
LCV gas	Euro 6ab	22	0,3%	0,068	1,5	0,5	0,01%
LCV diesel	Euro 2	1	0,0%	1,105	1,4	0,5	0,01%
LCV bensin	Euro 3	3	0,0%	0,564	1,5	0,5	0,01%
LCV bensin	Euro 2	1	0,0%	1,027	1,4	0,5	0,01%
Buss diesel	Euro 0	0,1	0,0%	17,168	1,3	0,5	0,01%
LCV diesel	Euro 6c	5	0,1%	0,239	1,2	0,5	0,01%
LCV bensin	Euro 4	4	0,1%	0,248	0,9	0,3	0,01%

Fordonstyp	Euroklass	Trafik antal/dygn	Trafik andel	Nox g/km HBEFA	NOx g/dygn	NOx kg/år	Andel av NOx
Pb diesel	Euro 0	1	0,0%	0,789	0,8	0,3	0,01%
LCV bensin	Euro 5	5	0,1%	0,144	0,7	0,3	0,01%
LCV bensin	Euro 1	0,2	0,0%	3,869	0,7	0,2	0,01%
LCV bensin	Euro 6ab	5	0,1%	0,134	0,7	0,2	0,01%
LCV diesel	Euro 6d-temp	9	0,1%	0,050	0,5	0,2	0,004%
Pb gas	Euro 6c	5	0,1%	0,087	0,4	0,1	0,004%
Pb elhybrid	Euro 5	11	0,2%	0,033	0,4	0,1	0,004%
Pb elhybrid	Euro 6d-temp	10	0,1%	0,033	0,3	0,1	0,003%
LCV diesel	Euro 1	0,3	0,0%	0,940	0,3	0,1	0,003%
LCV diesel	Euro 0	0,3	0,0%	1,022	0,3	0,1	0,003%
Pb diesel	Euro 6d	4	0,1%	0,062	0,2	0,1	0,002%
Pb etanol	Euro 6c	2	0,0%	0,132	0,2	0,1	0,002%
Pb elhybrid	Euro 4	6	0,1%	0,033	0,2	0,1	0,002%
Pb elhybrid	Euro 6c	4	0,1%	0,033	0,1	0,05	0,001%
LCV etanol	Euro 6ab	1	0,0%	0,102	0,1	0,04	0,001%
Pb elhybrid	Euro 6d	3	0,0%	0,033	0,1	0,03	0,001%
LCV gas	Euro 4	1	0,0%	0,068	0,1	0,03	0,001%
LCV gas	Euro 5	1	0,0%	0,068	0,1	0,02	0,001%
LCV etanol	Euro 4	1	0,0%	0,102	0,1	0,02	0,001%
Pb elhybrid	Euro 3	2	0,0%	0,033	0,1	0,02	0,0005%
LCV etanol	Euro 5	0,4	0,0%	0,102	0,04	0,02	0,0004%
LCV diesel	Euro 6d	0,5	0,0%	0,033	0,02	0,01	0,0002%
Pb etanol	Euro 3	0,1	0,0%	0,132	0,01	0,005	0,0001%
LCV bensin	Euro 6c	0,1	0,0%	0,142	0,01	0,004	0,0001%
LCV bensin	Euro 6d	0,1	0,0%	0,134	0,01	0,003	0,0001%
LCV etanol	Euro 3	0,03	0,0%	0,102	0,004	0,001	0,00003%
Pb gas	Euro 3	0,03	0,0%	0,087	0,003	0,001	0,00003%
LCV gas	Euro 3	0,03	0,0%	0,068	0,002	0,001	0,00002%
LCV gas	Euro 6c	0,03	0,0%	0,068	0,002	0,001	0,00002%
Pb el	alla	74	1,0%	0	0	0	0%
LCV el	alla	7	0,1%	0	0	0	0%
Pb elhybrid	Euro 0	0	0%	-	0	0	0%
Pb elhybrid	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
Pb elhybrid	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
Pb gas	Euro 0	0	0%	-	0	0	0%
Pb gas	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
Pb gas	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
Pb gas	Euro 6d	0	0%	-	0	0	0%
Pb etanol	Euro 0	0	0%	-	0	0	0%
Pb etanol	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
Pb etanol	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
Pb etanol	Euro 6d-temp	0	0%	-	0	0	0%
Pb etanol	Euro 6d	0	0%	-	0	0	0%
Pb diesel	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
LCV gas	Euro 0	0	0%	-	0	0	0%
LCV gas	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
LCV gas	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
LCV gas	Euro 6d-temp	0	0%	-	0	0	0%
LCV gas	Euro 6d	0	0%	-	0	0	0%
LCV etanol	Euro 0	0	0%	-	0	0	0%
LCV etanol	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
LCV etanol	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
LCV etanol	Euro 6c	0	0%	-	0	0	0%
LCV etanol	Euro 6d-temp	0	0%	-	0	0	0%
LCV etanol	Euro 6d	0	0%	-	0	0	0%

Fordonstyp	Euroklass	Trafik antal/dygn	Trafik andel	Nox g/km HBEFA	NOx g/dygn	NOx kg/år	Andel av NOx
LCV bensin	Euro 6d-temp	0	0%	-	0	0	0%
HGV diesel	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
Buss gas	Euro 0	0	0%	-	0	0	0%
Buss gas	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
Buss gas	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
Buss gas	Euro 3	0	0%	-	0	0	0%
Buss diesel	Euro 1	0	0%	-	0	0	0%
Buss diesel	Euro 2	0	0%	-	0	0	0%
		7 284 fordon/dygn	**100,0%**		**1,44 g/km**	**3,835 ton/år**	**100%**

Bilaga 3

Registreringsår	Antal	Andel
2019	21 147	9,4%
2018	24 792	11,1%
2017	22 670	10,1%
2016	23 756	10,6%
2015	18 217	8,1%
2014	15 677	7,0%
2013	12 559	5,6%
2012	18 628	8,3%
2011	11 352	5,1%
2010	9 784	4,4%
2009	6 675	3,0%
2008	5 423	2,4%
2007	4 908	2,2%
2006	4 071	1,8%
2005	3 713	1,7%
2004	3 222	1,4%
2003	2 573	1,1%
2002	1 785	0,8%
2001	1 597	0,7%
2000	1 484	0,7%
1999	1 214	0,5%
1998	805	0,4%
1997	496	0,2%
1996	177	0,1%
1995	213	0,1%
1994	171	0,1%
1993	80	0,04%
1992	60	0,03%
1991	71	0,03%
1990	103	0,05%
1989	64	0,03%
1988	46	0,02%
1987	29	0,01%
1986	16	0,01%
1985	18	0,01%
1984	51	0,02%
1983	12	0,01%
1982	9	0,004%
1981	10	0,004%
1980	40	0,02%
1979	10	0,004%
1978	2	0,001%

Registreringsår	Antal	Andel
1977	5	0,002%
1976	18	0,01%
1975	7	0,003%
1974	1	0,000%
1973	9	0,004%
1972	7	0,003%
1971	5	0,002%
1970	1	0,000%
1969	5	0,002%
1968	4	0,002%
1967	6	0,003%
1966	6	0,003%
1965	4	0,002%
1964	8	0,004%
1963	15	0,007%
1962	2	0,001%
1961	3	0,001%
1960	2	0,001%
1958	11	0,005%
1956	4	0,002%
1955	8	0,004%
1953	4	0,002%
1952	2	0,001%
1951	1	0,0004%
1946	8	0,004%
Okänt	6 107	2,7%
Totalt	223 983	

Bilaga 4

Postort	Antal	Andel	Postort	Antal	Andel
UPPSALA	140 548	63%	ÖRBYHUS	357	0,2%
STOCKHOLM	8 324	3,7%	SPÅNGA	350	0,2%
Okänt	4 738	2,1%	HEBY	342	0,2%
BJÖRKLINGE	4 128	1,8%	ESKILSTUNA	330	0,1%
KNIVSTA	4 096	1,8%	GÖTEBORG	326	0,1%
STORVRETA	2 837	1,3%	VALLENTUNA	324	0,1%
SOLNA	2 824	1,3%	MÖLNDAL	298	0,1%
BROMMA	2 674	1,2%	ARLANDASTAD	295	0,1%
BÄLINGE	2 203	1,0%	SALA	293	0,1%
SOLLENTUNA	2 090	0,9%	HUDDINGE	272	0,1%
ENKÖPING	2 087	0,9%	LIDINGÖ	272	0,1%
VÄSTERÅS	1 859	0,8%	NORRKÖPING	265	0,1%
LUND	1 728	0,8%	ÄLVSJÖ	258	0,1%
MÄRSTA	1 367	0,6%	GRILLBY	255	0,1%
ALUNDA	1 350	0,6%	HÄGERSTEN	250	0,1%
GÄVLE	1 268	0,6%	VÄLLINGBY	244	0,1%
NACKA	1 258	0,6%	LINKÖPING	240	0,1%
VÄNGE	1 052	0,5%	ÅKERSBERGA	236	0,1%
ÖREBRO	1 015	0,5%	SANDVIKEN	234	0,1%
UPPLANDS VÄSBY	919	0,4%	HARBO	229	0,1%
JÄRFÄLLA	917	0,4%	NORSBORG	208	0,1%
SIGTUNA	886	0,4%	LUDVIKA	206	0,1%
ÖRSUNDSBRO	829	0,4%	BORLÄNGE	204	0,1%
KUNGSÖR	823	0,4%	KNUTBY	204	0,1%
ÖSTERSUND	801	0,4%	HÄSSELBY	202	0,1%
MORGONGÅVA	763	0,3%	LÄNNA	199	0,1%
TIERP	723	0,3%	ÄNGELHOLM	197	0,1%
KISTA	717	0,3%	FALUN	192	0,1%
ROSERSBERG	679	0,3%	KUNGSÄNGEN	189	0,1%
SÖDERTÄLJE	669	0,3%	FJÄRDHUNDRA	182	0,1%
MALMÖ	637	0,3%	ENEBYBERG	180	0,1%
JÄRLÅSA	630	0,3%	SKYTTORP	176	0,1%
BÅLSTA	583	0,3%	TÄRNSJÖ	174	0,1%
TÄBY	560	0,3%	JÖNKÖPING	172	0,1%
NORRTÄLJE	555	0,2%	RIMBO	170	0,1%
ÖSTHAMMAR	500	0,2%	BRO	168	0,1%
ALMUNGE	499	0,2%	KARLSTAD	166	0,1%
DANDERYD	494	0,2%	SKÄRPLINGE	159	0,1%
VATTHOLMA	485	0,2%	VÄNERSBORG	159	0,1%
ÖSTERBYBRUK	424	0,2%	SALTSJÖ-BOO	150	0,1%
ÖSTERVÅLA	416	0,2%	SUNDSVALL	149	0,1%
SUNDBYBERG	404	0,2%	TYRESÖ	149	0,1%
GIMO	387	0,2%	BANDHAGEN	139	0,1%

Postort	Antal	Andel	Postort	Antal	Andel
VARBERG	133	0,06%	KUNGENS KURVA	60	0,03%
SÖDERFORS	132	0,06%	BAGARMOSSEN	59	0,03%
SÖDERHAMN	131	0,06%	HELSINGBORG	59	0,03%
HALLSTAVIK	128	0,06%	HUDDUNGEBY	59	0,03%
SKUTSKÄR	127	0,06%	SKÖVDE	59	0,03%
TUMBA	122	0,05%	MÖLNLYCKE	58	0,03%
VITTINGE	118	0,05%	KARLHOLMSBRUK	56	0,03%
ENSKEDE	116	0,05%	KATRINEHOLM	55	0,02%
JOHANNESHOV	116	0,05%	VÄXJÖ	54	0,02%
STRÄNGNÄS	116	0,05%	HANDEN	53	0,02%
SKÄRHOLMEN	115	0,05%	VÄSTERHANINGE	53	0,02%
NYKÖPING	114	0,05%	DALA-JÄRNA	52	0,02%
ÅRSTA	113	0,05%	LJUSDAL	52	0,02%
TOBO	112	0,05%	VÄRMDÖ	52	0,02%
AVESTA	110	0,05%	VÄDDÖ	51	0,02%
HUDIKSVALL	106	0,05%	ARBOGA	50	0,02%
UMEÅ	102	0,05%	VENDELSÖ	48	0,02%
FARSTA	99	0,04%	ÄLVKARLEBY	47	0,02%
VÄSTRA FRÖLUNDA	98	0,04%	BY KYRKBY	46	0,02%
HEDEMORA	95	0,04%	HÄRNÖSAND	46	0,02%
ÖREGRUND	94	0,04%	NÄSSJÖ	46	0,02%
SKOKLOSTER	92	0,04%	UDDEVALLA	46	0,02%
KALMAR	91	0,04%	ÖRNSKÖLDSVIK	46	0,02%
HANINGE	87	0,04%	HALMSTAD	45	0,02%
SEGELTORP	86	0,04%	MORA	45	0,02%
DOCKSTA	81	0,04%	NYKVARN	45	0,02%
MÅNKARBO	78	0,03%	STENINGEHÖJDEN	44	0,02%
TULLINGE	78	0,03%	EDSBRO	43	0,02%
SKOGÅS	77	0,03%	HISINGS BACKA	43	0,02%
BORÅS	76	0,03%	KRISTINEHAMN	43	0,02%
VAXHOLM	75	0,03%	RÄTTVIK	43	0,02%
BOLLNÄS	73	0,03%	DJURSHOLM	42	0,02%
VISBY	72	0,03%	JORDBRO	42	0,02%
LULEÅ	71	0,03%	KARLSKOGA	42	0,02%
SALTSJÖBADEN	68	0,03%	TORSHÄLLA	42	0,02%
FAGERSTA	66	0,03%	TROLLHÄTTAN	42	0,02%
EKERÖ	64	0,03%	ENSKEDEDALEN	40	0,02%
STOCKSUND	64	0,03%	MOTALA	40	0,02%
VALBO	64	0,03%	VADSTENA	40	0,02%
LINDOME	63	0,03%	GUSTAVSBERG	39	0,02%
VÅRBY	63	0,03%	LÄRBRO	39	0,02%
KUMLA	62	0,03%	SKELLEFTEÅ	38	0,02%
NYNÄSHAMN	62	0,03%	HALLSTAHAMMAR	37	0,02%
STOCKHOLM-ARLANDA	62	0,03%	RUNHÄLLEN	37	0,02%
KÖPING	61	0,03%	ÖVRIGA	5 262	2,3%

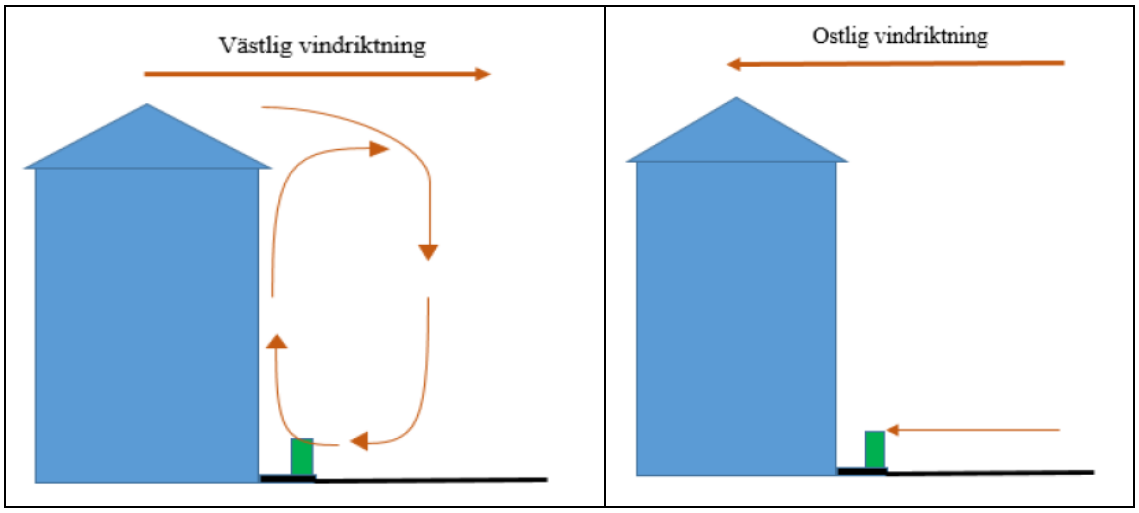
Bilaga 5

Ägandeform	Antal	Andel
Kvinna	31 752	14%
Man	80 706	36%
Organisation	106 579	48%
Okänt	4 946	2,2%
Totalt	223 983	100 %

Bilaga 6

Turbulens i Kungsgatans gaturum vid mätplatsen

När det blåser tvärs över Kungsgatan bildas turbulens som påverkar hur trafikens utsläpp koncentreras i gaturummet. Vid vindriktningar från syd till väst har mätplatsen Kungsgatan 67 högre halter av kväveoxider då trafikens avgaser förs in mot fasaden på sydvästra sidan Kungsgatan. Även vid nordliga till ostliga vindar utsätts mätplatsen för trafikens utsläpp och halterna blir förhöjda i jämförelse med bakgrundsluft (om än inte lika höga som vid sydliga till västliga). Vid vindriktningar längs Kungsgatan (från nordväst eller sydost) blir trafikens utsläpp jämnare fördelat på båda sidorna av gatan.



SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
www.slb.nu