

Luftkvalitetsutredning för bussterminal vid Slussen

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR FÖR HALTER
AV PARTIKLAR (PM₁₀) OCH
KVÄVEDIOXID (NO₂) ÅR 2030

Boel Lövenheim

Förord

Denna utredning är genomförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys är operatör för Östra Sveriges luftvårdsförbunds system för övervakning och utvärdering av luftkvalitet i regionen. Uppdragsgivare för utredningen är Tyréns AB.

Rapporten har granskats internt av:
Kristina Eneroth

Uppdragsnummer:	2015151
Daterad:	2016-04-11
Handläggare:	Boel Lövenheim 08-508 28 955
Status:	Granskad



Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 8136
104 20 Stockholm
www.slb.nu

Innehållsförteckning

FÖRORD.....	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
SAMMANFATTNING.....	4
INLEDNING	5
BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	5
Planområdet.....	5
Trafikmängder vid ett utbyggt Slussen år 2030	7
Busstrafik år 2030	7
Spridningsmodeller	7
Emissioner	8
MILJÖKVALITETSNORMER OCH MILJÖKVALITETSMÅL	11
Partiklar, PM10.....	11
Kvävedioxid, NO ₂	12
RESULTAT	13
Bussterminal i Katarinaberget, beräknade halter av kvävedioxid (NO ₂) år 2030.....	13
Bussterminal i Katarinaberget, beräknade halter av partiklar (PM10) år 2030	15
Nollalternativ skede 1, tillfällig bussterminal på kaj, halter av kvävedioxid och partiklar (PM10) år 2030	17
Nollalternativ skede 1, tillfällig bussterminal på kaj år 2030, känslighetsanalys med 15 % tung trafik. 19	
Nollalternativ skede 2, busstrafiken utspridd på lokala gatunätet	19
Exponering av luftföroreningar	19
Slutsatser.....	20
OSÄKERHET I BERÄKNINGSRESULTATEN.....	21
Kvävedioxid (NO ₂) och utsläpp från dieslbilar	21
PM10 och dubbdäcksandelar.....	22
HÄLSOEFFEKTER AV LUFTFÖRORENINGAR.....	23
REFERENSER	24

Sammanfattning

I denna rapport redovisas resultatet av spridningsberäkningar för luftföroreningar i utomhusluften i området runt Stadsgårdsleden vid ett utbyggt Slussen år 2030, dels med en bussterminal i Katarinaberget och dels för två skeden i ett nollalternativ.

Beräkningar har utförts för luftföroreningshalter av kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10) år 2030. Tidigare beräknade luftföroreningshalter för en bussterminal i Katarinaberget har uppdateras och en bedömning av luftkvaliteten har utförts för två skeden i ett nollalternativ, dels med en tillfällig bussterminal placerad på Stadsgårdskajen dels med busstrafiken utspridd lokalt i området. Syftet är att klargöra om miljö kvalitetsnormen för utomhusluft uppfylls samt hur människor som vistas i området exponeras för luftföroreningar.

En ny bussterminal i Katarinaberget bidrar till luftföroreningshalterna genom utsläpp från terminalens utfartsmynning och frånluftsventilation. Utsläppen sker främst till platser där människor inte vistas, t ex inom Stadsgårdsledens vägbaneområde. Bussterminalens utsläpp bidrar därför inte till att miljö kvalitetsnormen överskrids eller försvåras att nås i områden där människor uppehåller sig.

Vid första skedet i nollalternativet, med en tillfällig bussterminal i kajplan, är det även här befintliga källor som dominerar. Bussresenärer exponeras dock i betydligt större grad än vid terminal i Katarinaberget då den tillfälliga terminalen inte separerar resenärer från bussarnas utsläpp och Stadsgårdsledens trafik. En större del av Stadsgårdsleden är inte överdäckad vilket ökar exponeringen för människor som vistas i området väster om Stadsgårdsterminalen.

I nollalternativet vid skede 2, där bussarna sprids ut på gatunätet i Slussens närområde, påverkas luftkvaliteten negativt på de gator som blir aktuella då busstrafikens utsläpp ger ett ytterligare bidrag till gatans befintliga halt nivå. Störst påverkan kommer ske på kvävedioxidhalten.

Inledning

I denna rapport redovisas resultatet av spridningsberäkningar för luftföroreningar i utomhusluften i området runt Stadsgårdsleden vid ett utbyggt Slussen år 2030, dels med en bussterminal i Katarinaberget och dels för två skeden för ett nollalternativ. Fokus för beräkningen är hur bussterminalen påverkar luftföroreningshalterna i närområdet. Syftet är att klargöra om miljö kvalitetsnormer för luft uppfylls i utomhusluften samt hur människor som vistas i området exponeras för luftföroreningar.

Följande scenarier har beräknats för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10);

Bussterminal i Katrinaberget år 2030:

De beräkningar som utfördes i april och november 2011 [1, 23] har revideras och uppdateras med nytt förslag till detaljplan med bl a nya bussfiler på Stadsgårdsleden och med nya utsläppssiffrorna för frånluftsventilationen i Katarinaberget och bussutfarten till Stadsgårdsleden.

Nollalternativ år 2030:

Skede 1) Nya Slussen är byggd men bussterminalen är placerad på Stadsgårdskajen. Byggnader framför bl a Glashuset är inte uppförda och mynningen från Stadsgårdsleden är placerad ungefär som i dagsläget.

Skede 2) Ingen bussterminal, bussarna utspridda lokalt i området.

Beräkningsförutsättningar

Planområdet

Bussterminal i Katrinaberget år 2030

Förslaget innebär att bussterminalen för Nacka- och Värmdöbussarna flyttas in i Katarinaberget. De utsläpp som kommer ske inne i bussterminalen måste ventileras ut. Frånluften planeras släppas ut via ett ventilationsgaller placerat på den 19 m höga bergväggen söder om Stadsgårdsleden samt via bussterminalens mynning mot Stadsgårdsleden mellan Stadsgårdsterminalen och Fotografiska museet, se figur 1.

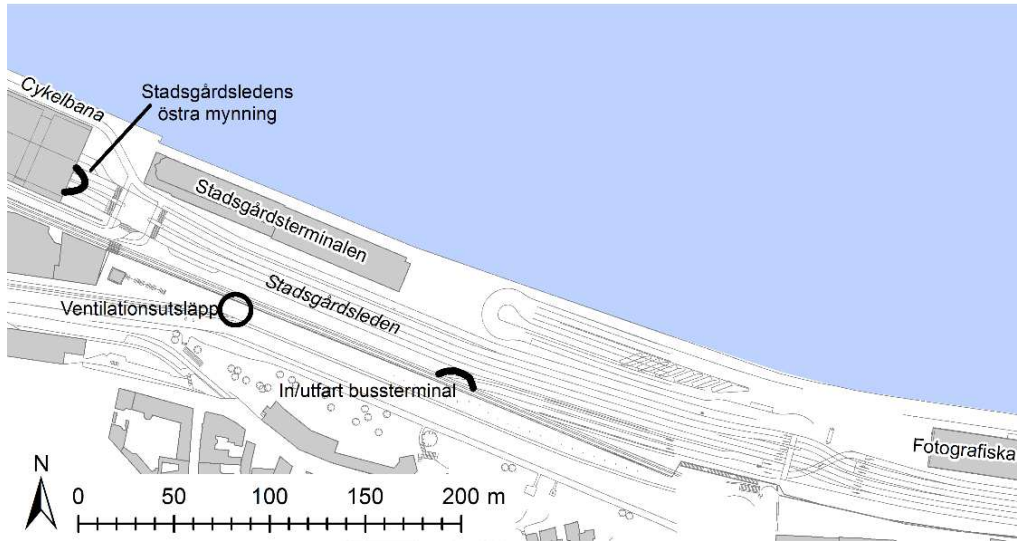
Nollalternativ år 2030

Som ett led i Slussens ombyggnad kommer dagens bussterminal att rivas och ersättas med en tillfällig bussterminal på Stadsgårdsleden, se figur 2 som visar ett förslag till terminal.

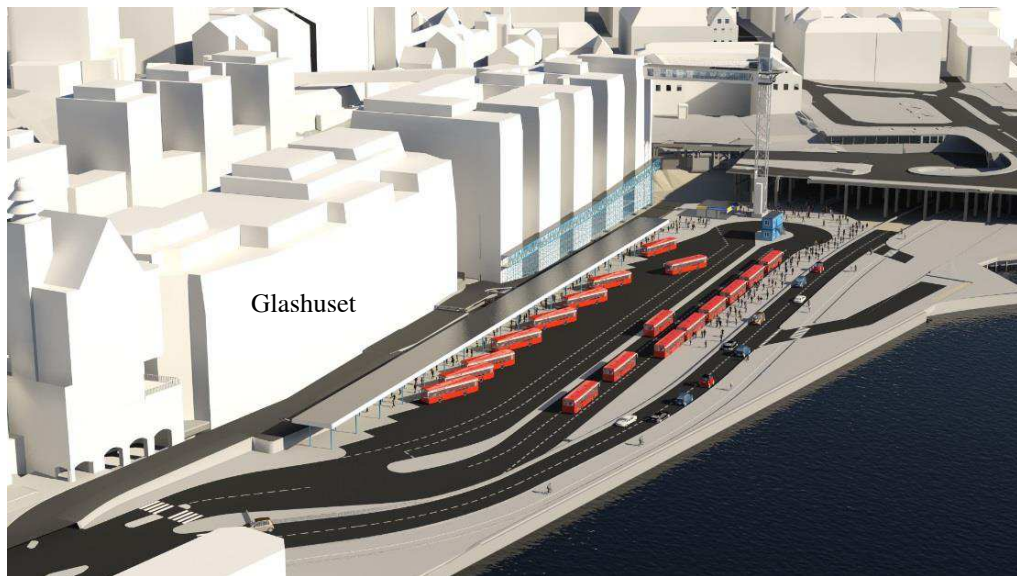
En sannolik utveckling om detaljplanen för bussterminalen i Katarinaberget inte blir av är att den tillfälliga bussterminalen på Stadsgårdsleden kvarstår under längre tid, detta utgör skede ett i nollalternativet i denna rapport [2].

På längre sikt bedöms Slussen behöva färdigställas i enlighet med den lagakraftvunna detaljplanen. Det innebär att den tillfälliga bussterminalen försvinner. Ett möjligt scenario är att bussarna sprids ut till olika platser, exempelvis befintligt gatunät vid Slussen. Inom Slussenområdet skulle vissa bussar kunna stanna vid gatan och därefter huvudsakligen vända exempelvis mot Katarinavägen eller vid Gamla stan och sedan köra tillbaka mot Nacka och Värmdö. Trafikförvaltningens kapacitetskrav kan inte uppnås vilket innebär att

busstrafiken behöver dras ner med följd att en större andel resenärer får välja alternativa färdmedel [2]. Detta är skede två i nollalternativet.



Figur 1. Planförslag för bussterminal i Katarinaberget.



Figur 2. Skiss på nollalternativ, skede 1, med bussterminal i kajplan [3].

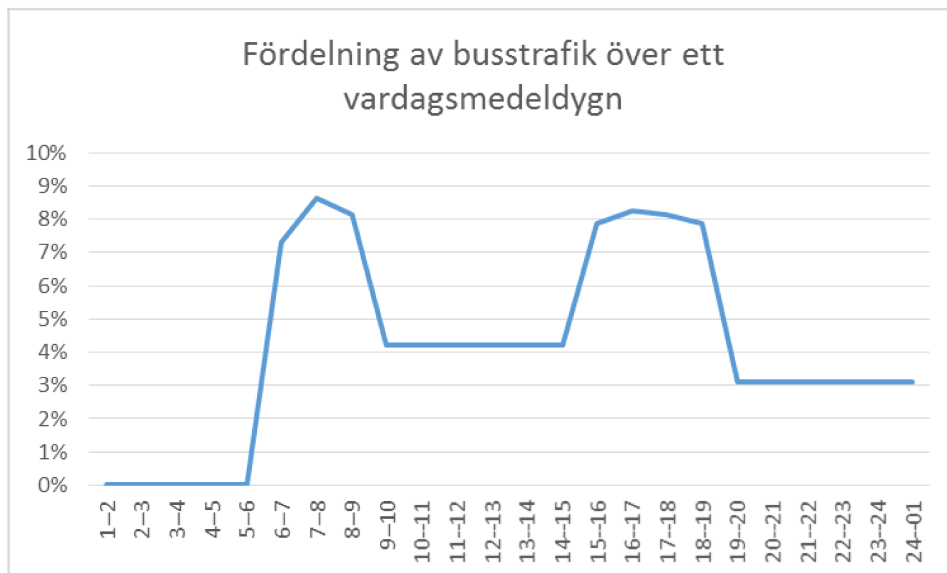
Trafikmängder vid ett utbyggt Slussen år 2030

Trafikflödet på Stadsgårdsleden har hämtats från tidigare utredning [1,23]. På Stadsgårdsleden beräknas fordonsflödet vara ca 27 300 fordon per vardagsmedeldygn och 10 % tung trafik. Detta trafikflöde har antagits både i scenariot med terminal i Katarinaberget och i nollalternativ a, dock med hänsyn till skillnader i busstrafikens körväg. I nollalternativet, skede 1, har en känslighetsanalys utförts för ett alternativ med 15 % tung trafik.

Busstrafik år 2030

Uppgifter om antal bussar som ska trafikera bussterminalen i Katarinaberget har erhållits från Trafikförvaltningen, Stockholms läns landsting [4]. Scenario för 2020 (utan t-bana till Nacka) har använts, 2 900 bussar per årsmedeldygn, vilket kan ge en viss överskattning då antal bussar förväntas minska till ca 1700 bussar år 2050 då tunnelbanan till Nacka förväntas vara klar. Fördelningen över dygnet har antagits följa tidigare utredning från SWECO år 2011 [5], se figur 3.

I nollalternativ skede 1, med tillfällig bussterminal i kajplan, har samma antal bussar antagits trafikera den tillfälliga terminalen.



Figur 3. Antagen fördelning av busstrafiken över ett vardagsmedeldygn [5].

Spridningsmodeller

Topografin i beräkningsområdet varierar kraftigt, vilket i högsta grad påverkar vindfältet, och därmed också spridningsförhållandena. Vilka luftföroreningshalter utsläppen i området orsakar beror bl a på hur väl luftföroreningarna ventileras bort av anblåsande vindar. Tidigare beräkningarna för Slussen har utförts med CFD-teknik (Computational Fluid Dynamics), ett mer avancerat modellverktyg som kan hantera de komplexa geometrier och utsläpp i flera plan som finns kring Slussen. Dessa beräkningar är dock tidskrävande och därmed kostsamma varför de nya spridningsberäkningarna har utförts med SMHI:s gaussmodell och vindmodell [6]. Gaussmodellen kan inte lika bra som CFD-modellen ta hänsyn till komplexa geometrier. För att kompensera detta utnyttjas resultaten från tidigare CFD-beräkningar för att validera de nya beräkningsresultaten. Gaussmodellen ingår i

Östra Sveriges luftvårdsförbunds system för luftmiljöövervakning och är kopplad till en emissionsdatabas som omfattar utsläpp till luften i Stockholms och Uppsala län.

SMHI-Airviro vindmodell

Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med miljökvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till SMHI-Airviro vindmodell används därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1993-2010). De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 50 meter hög mast i Högdalen i Stockholm och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer samt solinstrålning. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i lokala topografiska förhållanden.

SMHI-Airviro gaussmodell

SMHI-Airviro gaussiska spridningsmodell har använts för att beräkna den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. En gridstorlek, dvs. storleken på beräkningsrutorna, på 5*5 m upp till 25*25 m har använts för aktuellt planområde. För att beskriva haltbidragen från utsläppskällor som ligger utanför det aktuella området har beräkningar gjorts för hela Stockholms och Uppsala län. Haltbidragen från källor utanför länen har erhållits genom mätningar.

Emissioner

Emissionsdata, dvs. utsläppsdata, utgör indata för spridningsmodellerna vid framräkning av halter av luftföroreningar. För beräkningarna med gaussmodellen har Östra Sveriges luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas för år 2012 använts [7]. Där finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Stockholmsregionen är vägtrafiken den största källan till luftföroreningar. Utsläppen innehåller bl.a. kväveoxider, kolväten samt avgas- och slitagepartiklar.

Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider och avgaspartiklar är beskrivna med emissionsfaktorer år 2030 för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen (ver. 3.2). Det är en europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden [8]. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) gäller för år 2030. Sammansättning av olika fordonstyper och bränslen, t ex andel dieselpersonbilar år 2030, gäller enligt Trafikverkets prognoser för scenario BAU ("Business as usual"). Fordonens utsläpp av avgaspartiklar och kväveoxider kommer att minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU. Den förväntade ökade dieselandelen kommer dock att dämpa minskningen.

Slitagepartiklar i trafikmiljö orsakas främst av dubbdäckens slitage på vägbanan men bildas också vid slitage av bromsar och däck. Längs starkt trafikerade vägar utgör slitagepartiklarna huvuddelen av PM10-halterna. Under perioder med torra vägbanor vintertid kan haltbidraget från dubbdäckslitage vara 80-90 % av total-

halten PM10. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar utifrån olika dubbdäcksandelar har bestämts utifrån kontinuerliga mätningar på Hornsgatan i centrala Stockholm. Korrektion har gjorts för att slitaget och uppvirvlingen ökar med vägtrafikens hastighet [9].

För beräkningarna år 2030 har en dubbdäcksandel på 50-60 % antagits, vilket är den andel som har uppmätts i Stockholm år 2015 av Trafikverket och av SLB-analys [10, 11].

Utsläpp från Stadsgårdsledens östra mynning

Utsläpp från Stadsgårdsledens östra mynning har hämtats från tidigare utredning och är beräknade av SWECO till ca 2,96 ton NO_x per år och 0,23 ton PM10 per år [12].

Utsläpp från bussterminalens frånluft och in- och utfartsmyning

Utsläppet av frånluft förväntas ske vid den bergvägg som finns söder om Stadsgårdsleden, se figur 4.

För utformning av själva frånluftsutblåset har följande antagits [13];

Fri gallerarea för avluftsutblåset : 75 m²

Luftflödet genom gallret: 0,4 m/s

Temperatur på frånluften: 10° C

Utsläpp från bussterminalens frånluftsventilation och mynningsutsläpp är framräknade av WSP [14]. WSP har beräknat ventilationens utsläpp av kväveoxider (NO_x) och PM10 till ca 1 ton respektive 0,35 ton per år. För mynningsutsläppet är motsvarande siffror 2,8 ton/år och 0,7 ton/år. I tabell 1 och 2 framgår mängden utsläpp, avluftsflöden och utblåshastigheter.



Figur 4. Ungefärlig plats för ventilationsutsläpp från bussterminalen i Katarinaberget, bild från Hitta.se.

Tabell 1. Flöde och utblåshastighet från bussterminal i Katarinaberget [14].

tid	Avluftsflöde		Utblåshastighet	
	Mynning (m ³ /s)	Frånluft (m ³ /s)	Mynning (m/s)	Frånluft (m/s)
01-06	0	0	0	0
06-09	44	20	0,66	0,40
09-15	19	20	0,28	0,40
15-19	47	20	0,71	0,40
19-01	23	20	0,35	0,40

Tabell 2. Fördelning av utsläpp av kväveoxider (NO_x) och partiklar (PM10) från bussterminal i Katarinaberget [14].

tid	NO _x		PM10	
	Mynning (kg/h)	Frånluft (kg/h)	Mynning (kg/h)	Frånluft (kg/h)
01-06	0	0	0	0
06-09	0,74	0,22	0,182	0,072
09-15	0,20	0,12	0,056	0,0504
15-19	0,67	0,19	0,161	0,0504
19-01	0,15	0,08	0,046	0,0324

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats nationellt i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden.

Det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag. Halterna av luftföroreningar ska senast till år 2020 inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Miljökvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljökvalitetsmålen. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Vid planering och planläggning ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål. I plan- och bygglagen anges bl a att planläggning inte får medverka till att en miljökvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly [15]. Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, partiklar (PM2,5), arsenik, kadmium, nickel och bly är så låga att miljökvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela regionen [16, 17, 18, 19, 20].

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål innehåller värden för halter av luftföroreningar både för lång och kort tid. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt att människor både har en låg genomsnittlig exponering av luftföroreningar under längre tid (motsvarar årsmedelvärde) och att minimera antalet tillfällen då de exponeras för höga halter under kortare tid (dygns- och timmedelvärden). För att en miljökvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

I Luftkvalitetsförordningen [15] framgår att miljökvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar.

Partiklar, PM10

Tabell 3 visar gällande miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 till skydd för hälsa [15, 21]. Värdena anges i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per kubikmeter) och omfattar ett årsmedelvärde och ett dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har dygnsmedelvärdet av PM10 varit svårare att klara än årsmedelvärdet. Även 2010 års kartläggning av PM10-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [22].

I resultatet som följer redovisas det 36:e högsta dygnsmedelvärdet av PM10 under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljökvalitetsnormen ska klaras och inte högre än $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljökvalitetsmålet ska klaras.

Tabell 3. Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [15, 21].

Tid för medelvärde	Normvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	40	15	Normvärdet får inte överskridas Målvärdet ska nås år 2020
1 dygn	50	30	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 4 visar gällande miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa [15, 21]. Normvärden finns för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde. Målvärden finns för årsmedelvärde och timmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 7 gånger under ett kalenderår. Timmedelvärdet får överskridas högst 175 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har dygnsmedelvärdet av NO₂ varit svårare att klara än årsmedelvärdet och timmedelvärdet. Detta bekräftades även i kartläggningen av NO₂-halter i Stockholms och Uppsala län år 2010 [22].

I resultatet som följer redovisas det 8:e högsta dygnsmedelvärdet av NO₂ under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljökvalitetsnormen ska klaras. För dygnvärde finns det inget miljömål preciserat.

Tabell 4. Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ avseende skydd av hälsa [15, 21].

Tid för medelvärde	Normvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	40	20	Normvärdet får inte överskridas Målvärdet ska nås år 2020
1 dygn	60	-	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår
1 timme	90	60	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår

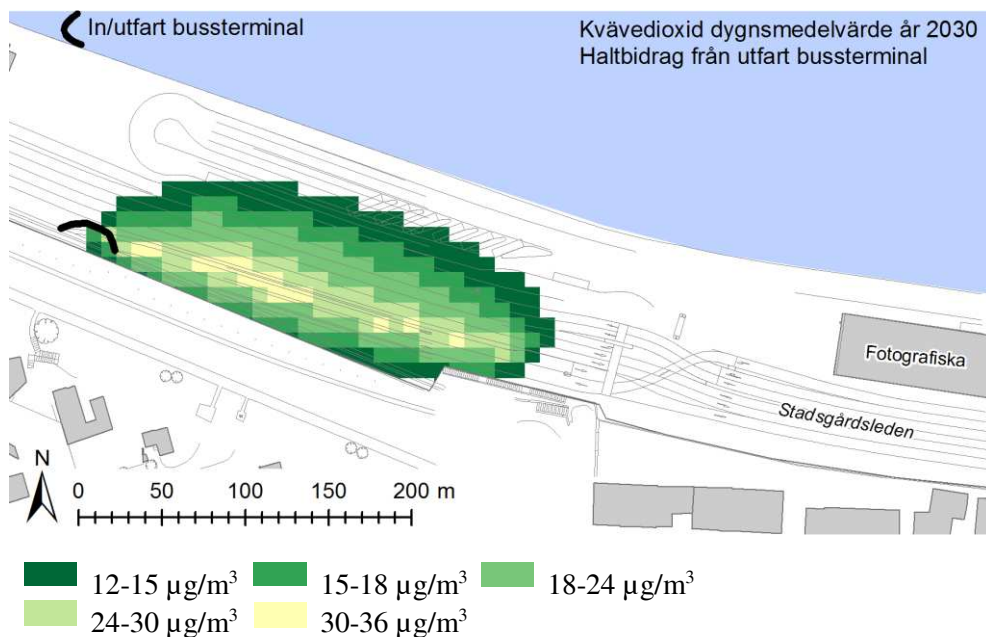
Resultat

Bussterminal i Katarinaberget, beräknade halter av kvävedioxid (NO₂) år 2030

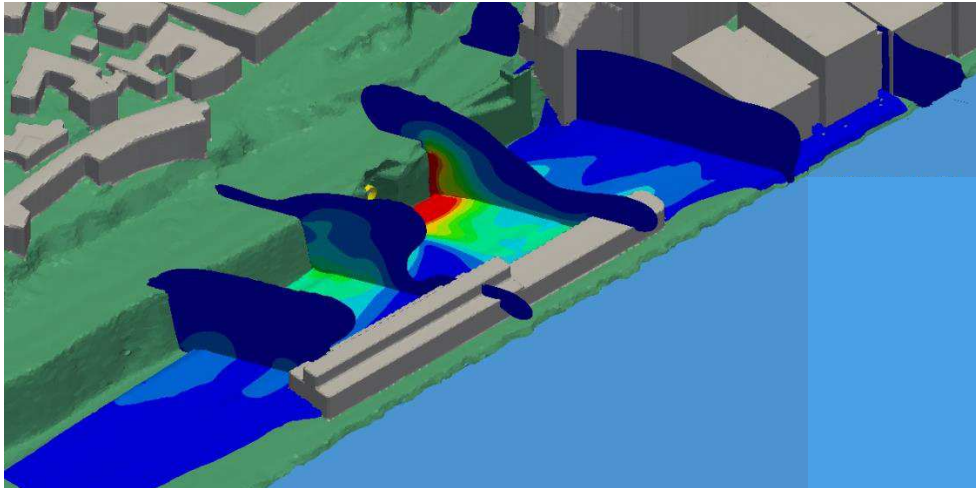
I figur 5 presenteras haltbidraget till totala dygnsmedelvärdet av kvävedioxid (NO₂) från bussterminalens utfartsmynning i Katarinaberget. Haltbidraget blir som störst på den södra delen av Stadsgårdsleden, närmast bergväggen, och minskar sedan ju närmre vattnet man kommer. Beräkningen innehåller dock stora osäkerheter då detta utsläpp inte har beräknats med en tredimensionell CFD-modell som kan ta hänsyn till de speciella spridningsförhållanden som råder. Bl a kommer bussrampen ner till mynningen vara nedsänkt i förhållande till Stadsgårdsledens vägbana. Troligen är haltbidraget något överskattat på gång och cykelbanor.

Haltbidraget från bussterminalens frånluftsutblås har tidigare beräknats med CFD-teknik [1]. I figur 6 presenteras förväntad tredimensionell spridning av halterna av utsläppet av kväveoxid (NO_x) från frånluftsutblåset. Beräkningarna är utförda för samma utsläppplats som i föreliggande scenario och har antagits ske enligt samma fördelning som figuren visar. Aktuellt utsläpp bedöms ge störst haltbidrag i marknivå under utsläppspunkten samt längs med bergväggen i höjdled. I marknivå avtar haltbidraget relativt snabbt med avståndet från platsen för utblåset. Vid områdets gång- och cykelbanor bedöms haltbidraget till ca 1-3 µg/m³ NO₂ räknat som dygnsmedelvärde.

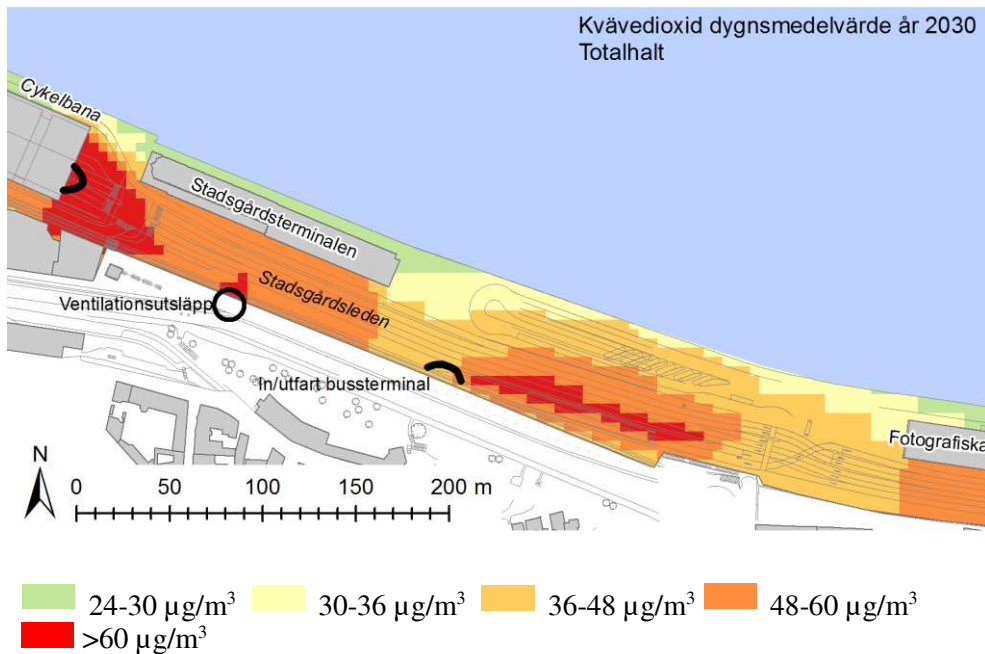
I figur 7 presenteras områdets totala halter av dygnsmedelvärdet för kvävedioxid. Miljökvalitetsnormen för dygn, 60 µg/m³ bedöms överskridas vid Stadsgårdsledens östra mynning samt på delar av Stadsgårdsledens vägbana men klaras i området för gång och cykelbanor längs kajen. Överskridandet vid Stadsgårdsledens östra mynning orsakas inte av utsläpp från bussterminalen utan av befintlig trafik i Stadsgårdsledens tunnlar under Slussen.



Figur 5. Beräknat haltbidrag från bussterminalens in- och utfart, dygnsmedelhalt av kvävedioxid, NO₂ under det 8:e värsta dygnet för år 2030.



Figur 6. Spridningsmönster från bussterminalens frånluftmodellerat i CFD-modell [1], dels på fotgängarnivå (2 m över mark) och längs Stadsgårdsleden och dels i vertikala snitt 50 m respektive 100 m åt vardera riktning längs Stadsgårdsleden.



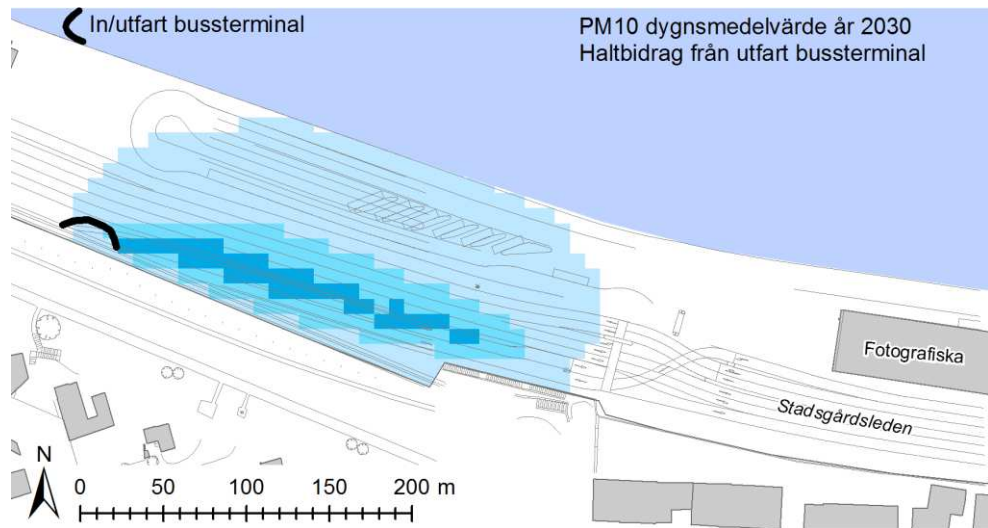
Figur 7. Beräknad totalhalt av kvävedioxid dygnsmedelvärde under det 8:e värsta dygnet för år 2030. Normen som ska klaras är 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bussterminal i Katarinaberget, beräknade halter av partiklar (PM10) år 2030

I figur 8 presenteras haltbidraget till totala dygnsmedelvärdet av partiklar (PM10) från bussterminalens utfartsmynning i Katarinaberget. Haltbidraget för PM10 är betydligt lägre än för kvävedioxid. Detta beror på att denna partikelfraktion domineras av slitagepartiklar, främst genererade vid användning av dubbdäck. Genereringen av slitagepartiklar är större vid höga hastigheter än låga. Bussar använder generellt inga dubbade däck och hastigheten inne i terminalen kommer vara låg. Haltbidraget blir som störst på den södra delen av Stadsgårdsleden och minskar sedan ju närmre vattnet man kommer. Liksom i beräkningen för kvävedioxid finns stora osäkerheter i beräkningsresultatet då beräkningar med CFD-modell saknas.

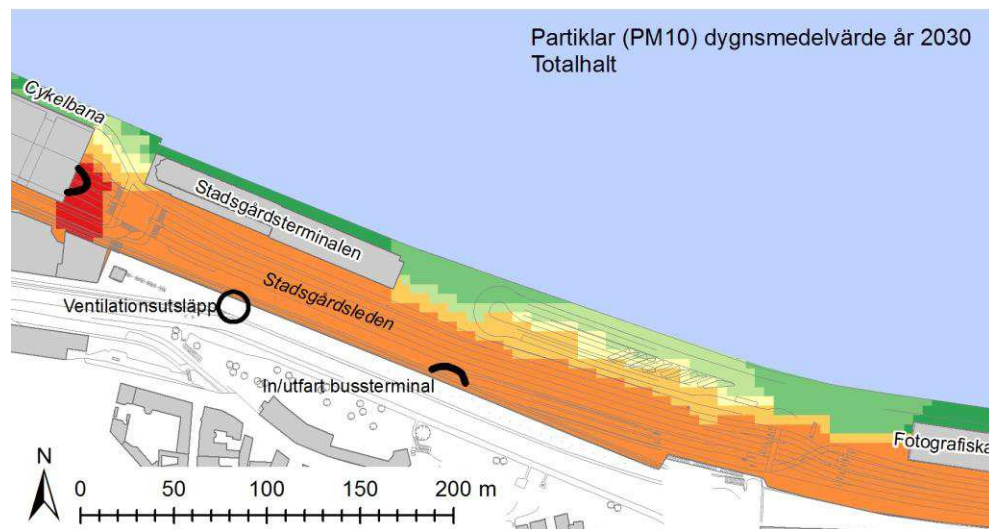
Haltbidraget från bussterminalens frånluftsutblås har tidigare beräknats med CFD-teknik och förväntad tredimensionell spridning av halterna presenteras i figur 6. Samma fördelning av utsläppet för PM10 har antagits. Aktuellt utsläpp bedöms ge störst haltbidrag i marknivå under utsläppspunkten samt längs med bergväggen i höjddled. Vid områdets gång- och cykelbanor bedöms haltbidraget till ca $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 räknat som dygnsmedelvärde.

I figur 9 presenteras områdets totala halter av dygnsmedelvärdet för PM10. Miljökvalitetsnormen för dygn, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, beräknas överskridas endast vid Stadsgårdsledens östra mynning. Överskridandet orsakas inte av utsläpp från bussterminalen utan av befintlig trafik i Stadsgårdsledens tunnlar under Slussen.



1-3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figur 8. Beräknat haltbidrag från bussterminalens mynning, dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 under det 36:e värsta dygnet för år 2030.



15-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 18-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 25-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 30-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 35-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figur 9. Beräknad dygnsmedelhalt av partiklar, PM10 under det 36:e värsta dygnet för år 2030. Normen som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nollalternativ skede 1, tillfällig bussterminal på kaj, halter av kvävedioxid och partiklar (PM10) år 2030

Nollalternativ skede ett, som bedöms nedan, har följande förutsättningar;

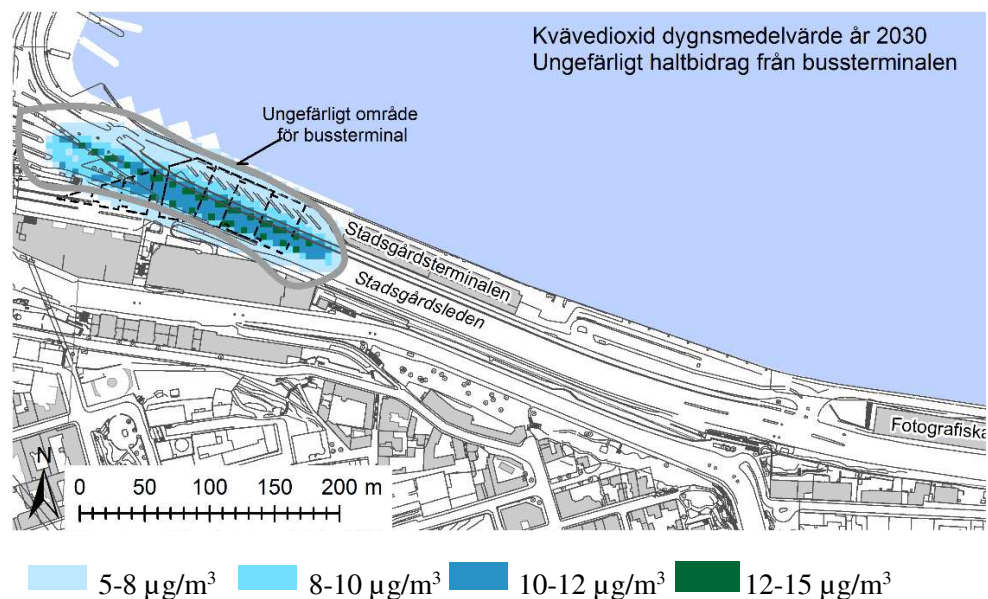
Nya Slussen är byggd och en tillfällig bussterminal är placerad på Stadsgårdskajen. Ingen inbyggd terminal finns för bussresenärer. Byggnader framför Glashuset är inte uppförda och Stadsgårdsleden är inte överdäckad vilket innebär att utfarten från tunnlarna under Slussen flyttas längre västerut än i alternativet med bussterminal i Katarinaberget, se figur 3. Nollalternativet är i dagsläget inte utformat i detalj varför bara översiktliga spridningsberäkningar har kunnat genomföras.

I figur 10 presenteras bussterminalens haltbidrag till dygnsmedelvärdet av kvävedioxid (NO_2). Haltbidraget innefattar inte eventuell tomgångskörning inom terminalområdet då uppgifter om detta saknas. Haltbidraget blir som störst på den södra delen av bussterminalen, mot bebyggelsen, och minskar sedan ju närmre vattnet man kommer. Påverkan i området är ca $5\text{-}15 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ räknat som dygnsmedelvärde.

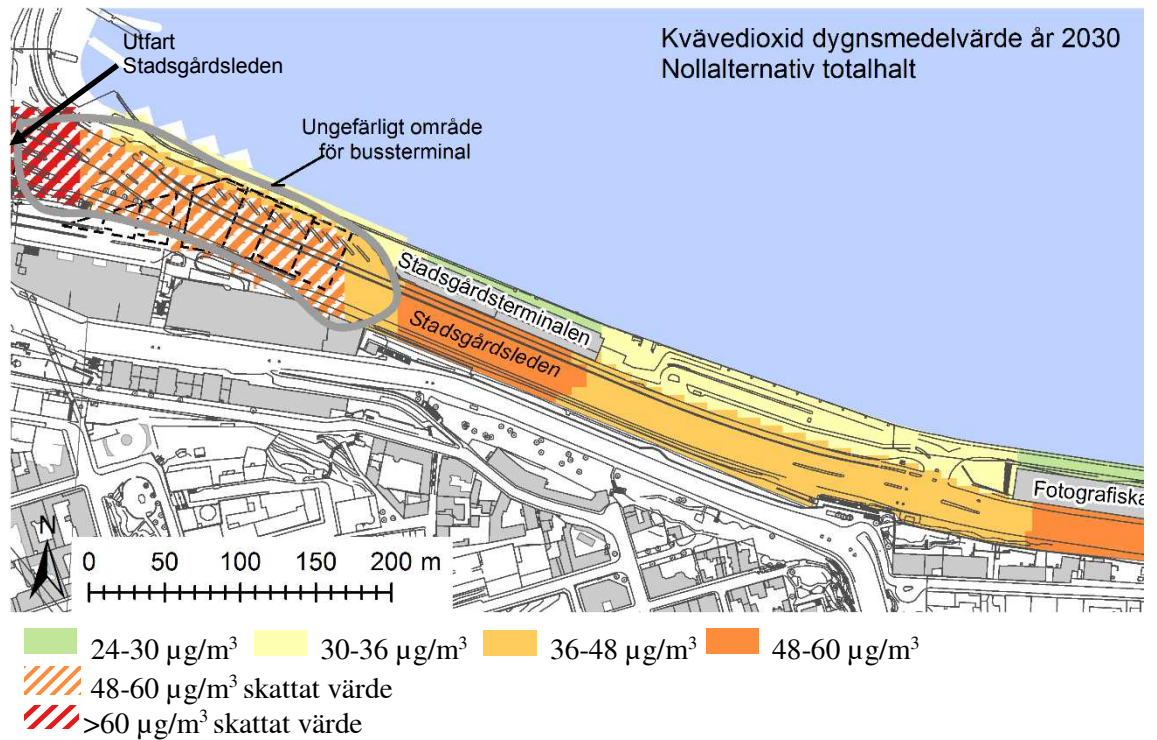
Haltbidraget av PM10 är betydligt lägre då bussarna förväntas köra med låg hastighet och inte använda dubbdäck. Beräknat som PM10 dygnsmedelvärde bedöms haltbidraget vara ca $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM10}$.

I figur 11 och 12 presenteras områdets totala halter av dygnsmedelvärdet för kvävedioxid respektive PM10. Värdena vid Stadsgårdsledens utfart och bussterminalen är mycket osäkra då utsläppsdata och utformning saknas eller är preliminär.

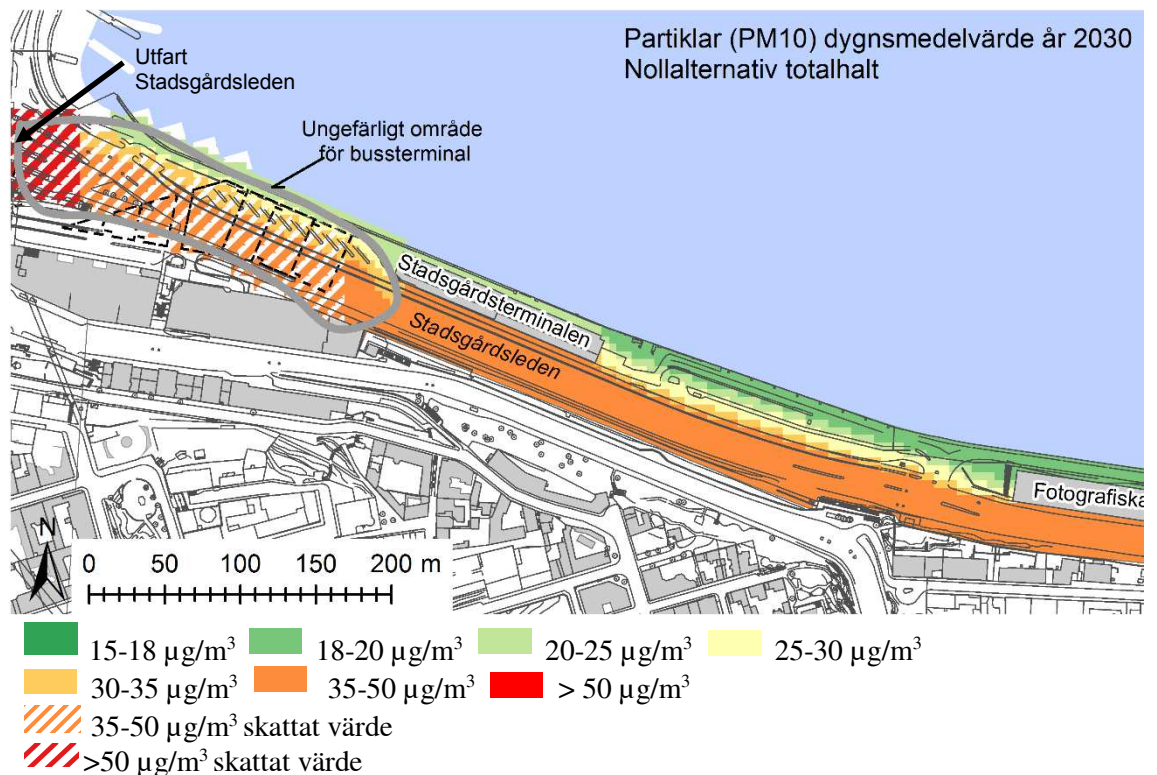
Miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid dygn, $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, och för PM10 dygn, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bedöms klaras i området. Risk för överskridande finns vid Stadsgårdsledens östra utfart men är beroende av hur tunnlarna under Slussen ventileras i detta alternativ.



Figur 10. Beräknat ungefärligt haltbidrag från bussterminalen i nollalt skede 1. Dygnsmedelhalt av kvävedioxid, NO_2 under det 8:e värsta dygnet för år 2030.



Figur 11. Beräknad totalhalt av kvävedioxid dygnsmedelvärde under det 8:e värsta dygnet för år 2030 i nollalt skede 1. Normen som ska klaras är 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 12. Beräknad totalhalt av partiklar (PM10) dygnsmedelvärde under det 36:e värsta dygnet för år 2030 i nollalt skede 1. Normen som ska klaras är 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nollalternativ skede 1, tillfällig bussterminal på kaj år 2030, känslighetsanalys med 15 % tung trafik.

En känslighetsanalys med ett scenario med 15 % tung trafik på Stadsgårdsleden i stället för 10 % har utförts. Detta har gjorts för kvävedioxid som är den förorening som påverkas mest av en förändrad tungtrafikandel.

Halten av partiklar är mindre känslig för en förändring då tunga fordon inte använder dubbade vinterdäck. Slitagepartiklarna, som står för en mycket stor andel av PM10-halten, orsakas till stor del av dubbdäckens slitage på vägbanan.

En ökning av tung trafikandelen från 10 % till 15 % på Stadsgårdsleden medför ett ökat lokalt haltbidrag av kväveoxider (NO_x) till omgivningsluften på ca 10 %. Detta motsvara ca 1-2 µg/m³ kvävedioxid (NO₂) räknat som dygnsmedelvärde.

Beräknad total halt kvävedioxid (enligt figur 11) bedöms inte överskrida miljökvalitetsnormen med 15 % tung trafik på Stadsgårdsleden.

Nollalternativ skede 2, busstrafiken utspridd på lokala gatunätet

I nollalternativets skede två är bussarna utspridda på gatunätet i Slussens närområde och ingen bussterminal finns i området. Trafikförvaltningens kapacitetskrav kan inte uppnås vilket innebär att busstrafiken behöver dras ner med följd att en större andel resenärer får välja alternativa färdmedel.

Beroende på busslinjernas sträckning och placering av hållplatser påverkas luftkvaliteten negativt på de gator som blir aktuella då busstrafikens utsläpp ger ett ytterligare bidrag till gatans befintliga haltnivå. Störst påverkan kommer ske på kvävedioxidhalten.

Då busstrafiken dras ner finns risk att fler väljer egen bil som alternativt färdmedel, åtminstone fram till dess att tunnelbanan är färdigställd. Detta kan medföra ökad trafik på bl a Stadsgårdsleden.

Exponering av luftföroreningar

Varken miljökvalitetsnormer eller det nationella miljömålet Frisk luft utgör någon nedre gräns för när luftföroreningar ger hälsoeffekter. Även föroreningshalter som är lägre än miljömålnivån kan påverka människors hälsa. Sambandet mellan luftföroreningar och hälsopåverkan är såvitt forskning hittills visat linjärt, vilket innebär att ju mer föroreningar man utsätts för desto större hälsopåverkan. Det är därför viktigt att sträva efter så låga föroreningshalter som möjligt.

Jämförelse med nuläget

Terminalen för Nacka- och Värmdöbussarna är idag inbyggd under tak och utsatt för stor påverkan från bussarnas utsläpp och närliggande trafik på Stadsgårdsleden. Av- och påstigande resenärer exponeras i hög grad för avgaser. En terminal i Katarinaberget ger en stor exponeringsminskning för bussresenärer jämfört med nuläget. En tillfällig terminal i kajplan (nollalt skede ett) ger något mindre exponering än dagsläget då terminalen till viss del ligger längre ifrån biltrafiken på Stadsgårdsleden men resenärer exponeras i betydligt större grad än vid terminal i Katarinaberget. Nollalternativ i skede två kan ge högre exponering för människor som vistas och bor på de gator där busstrafiken lokaliseras.

Jämförelse med ett utbyggt Slussen år 2030

Jämfört med ett utbyggt Slussen år 2030 utan bussterminal är det lokala haltbidraget från terminalen i Katarinaberget och nollalternativet litet till de platser där människor vistas då den huvudsakliga exponeringen sker från redan befintliga källor.

Den förändring i exponering som sker vid anläggande av en bussterminal i Katarinaberget, jämfört med situationen i ett utbyggt Slussen utan bussterminal, är en något ökad exponering på en del av gång och cykelbanorna längs kajen p g a utsläpp från bussterminalens utfartsmynning. Spridningsberäkningen är dock mycket osäker för detta haltbidrag.

En tillfällig terminal i kajplan (nollalt skede ett) medför att resenärer och folk som vistas i eller nära terminalområdet exponeras i betydligt större grad än vid terminal i Katarinaberget. En större del av Stadsgårdsleden är inte överdäckt vilket ökar exponeringen för människor som vistas i området väster om Stadsgårdsterminalen. Nollalternativ skede två kan ge högre exponering för människor som vistas längs Stadsgårdsleden om minskad busstrafik leder till ökade trafikflöden.

En terminal i Katarinaberget innebär en minskning av människors exponering både jämfört med dagens situation och med nollalternativet med tillfällig bussterminal.

Slutsatser

I området orsakar den befintliga biltrafikens utsläpp från Stadsgårdsledens mynning, och den trafikerade Stadsgårdsleden, överskridande av miljökvalitetsnormen.

En ny bussterminal i Katarinaberget bidrar till luftföroreningshalterna genom utsläpp från terminalens utfartsmynning och frånluftsventilation. Utsläppen sker främst till platser där människor inte vistas, t ex inom Stadsgårdsledens vägbaneområde. Bussterminalens utsläpp bidrar därför inte till att miljökvalitetsnormen överskrids eller försvåras att nås i områden där människor uppehåller sig.

Vid nollalternativet i skede ett, med en tillfällig bussterminal i kajplan, är det även här befintliga källor som dominerar. Resenärer exponeras dock i betydligt större grad än vid terminal i Katarinaberget då den tillfälliga terminalen inte separerar resenärer från bussarnas utsläpp och Stadsgårdsledens trafik. En större del av Stadsgårdsleden är inte överdäckt vilket ökar exponeringen för människor som vistas i området väster om Stadsgårdsterminalen.

I ett nollalternativ skede två, där bussarna sprids ut på gatunätet i Slussens närområde, påverkas luftkvaliteten negativt på de gator som blir aktuella då busstrafikens utsläpp ger ett ytterligare bidrag till gatans befintliga haltnivå. Störst påverkan kommer ske på kvävedioxidhalten.

Osäkerhet i beräkningsresultaten

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten.

En generell förbättring av luftkvaliteten med avseende på kvävedioxid (NO₂) förväntas i Stockholm till år 2030 jämfört med hur situationen ser ut i dagsläget. Detta tack vare renare fordonspark p g a strängare avgaskrav inom EU. I tidigare beräkningar har emissionsfaktorer för 2020 använts då faktorer för 2030 inte var tillgängliga. Detta medförde en viss överskattning av halten. I denna utredning har faktorer för 2030 använts vilket medför något lägre halter av kvävedioxid än i tidigare utredning.

För PM10 användes i tidigare utredning scenarier med 60-70 % andel dubbdäck på personbilar. I dagsläget har andelen bilar med dubbade vinterdäck minskat p g a olika åtgärder varför scenarier med en lägre dubbandel och därmed lägre emissioner har använts.

I alternativ bussterminal i Katarinaberget är utsläppen från Stadsgårdsledens östa mynning hämtade från tidigare utredning, för osäkerheter se rapport LVF 2011:5 [23]. Beräkningen för bussterminalens mynning innehåller stora osäkerheter då detta utsläpp inte har beräknats med en tredimensionell CFD-modell som kan ta hänsyn till de speciella spridningsförhållanden som råder, bl a med nedsänkt bussramp i förhållande till Stadsgårdsledens vägbana. Troligen är haltbidraget något överskattat på gång och cykelbanor.

Nollalternativen är i dagsläget inte utformat i detalj varför bara översiktliga spridningsberäkningar med stor osäkerhet har kunnat genomföras.

För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången dvs. emissionsberäkningar, vind- och stabilitetsberäkningar samt spridningsberäkningar jämförs modellberäkningarna fortlöpande med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar i regionen [24, 25]. Jämförelserna visar att beräknade halter av NO₂ och PM10 gott och väl uppfyller kraven på överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av miljö kvalitetsnormer för utomhusluft [26]. Hänsyn har också tagits till intransporten av luftföroreningar till regionen utifrån mätningar vid bakgrunds-stationen Norr Malma, 15 km nordväst om Norrtälje.

Osäkerheterna i beräknade halter är större för ett framtidsscenario jämfört med nuläget. Detta beror på att det i dessa beräkningsscenarier tillkommer osäkerheter vad gäller prognostiserade trafikflöden och framtida utsläpp från vägtrafiken, t.ex. utvecklingen och användningen av bränslen, motorer och däck.

Kvävedioxid (NO₂) och utsläpp från dieslbilar

Under de senaste tio åren har de dieseldrivna fordonen ökat kraftigt i Stockholmsregionen. Huvudskälet till ökningen är miljöbilsklassningen som har gynnat bränslesnåla dieselfordon i syfte att minska utsläppen av växthusgaser.

Mätningar i verkliga trafikmiljöer har visat att emissionsmodeller kan underskatta de dieseldrivna fordonens utsläpp av kväveoxider och kvävedioxid. Det gäller både för personbilar, lätta och tunga lastbilar samt för bussar. För den tunga trafiken tycks skillnaden i utsläpp vara störst i stadstrafik där dieslarna inte kan köras effektivt. Skillnaden är också större för nyare fordon med strängare avgaskrav.

NO₂-halterna i trafikmiljö beror till stor del på den dieseldrivna trafiken. I jämförelse med motsvarande bensinfordon har dieslar både högre utsläpp av kväveoxider, NO_x (NO+NO₂) och en högre andel av kvävedioxid (NO₂ av NO_x), vilket betyder att direktutsläppen av NO₂ är större. Osäkerheter finns för framtida dieselandelar men enligt Trafikverkets prognoser för år 2030 kommer den kraftiga ökningen att fortsätta och andelen bensinfordon väntas minska i motsvarande grad. Andelen NO₂ av NO_x längs gatorna kommer därmed att fortsätta öka. I denna utredning använder vi en förenklad beräkningsmetod som inte fullt ut tar hänsyn till den ökande andelen NO₂ i utsläppen. Sammantaget innebär ovanstående osäkerheter sannolikt att halterna av kvävedioxid underskattas i framtidsscenarioer.

PM10 och dubbdäcksandelar

PM10-halterna i trafikmiljö består främst av partiklar som har orsakats av dubbdäckens slitage på vägbanan. Andelen dubbdäck bland de lätta fordonen låg länge på ca 70 % under vinterperioden i Stockholmsregionen, men har minskat sedan mitten av 2000-talet [10, 11]. Minskningen beror på att regeringen har beslutat om olika åtgärder för att minska partikelutsläppen från vägtrafiken. Kommunerna har t.ex. getts möjlighet att i lokala trafikföreskrifter förbjuda fordon med dubbdäck att köra på vissa gator eller i vissa zoner. Regeringen har också beslutat om att minska dubbdäcksperioden med två veckor på våren. För dubbdäck tillverkade efter den 1 juli 2013 genomförs också en begränsning av antalet tillåtna dubbar vilket enligt Transportstyrelsen ger en minskning av antalet dubbar med ca 15 % och en motsvarande minskning av vägslitage och partiklar [27]. Det finns dock en alternativ godkännanderegler, vilket innebär att det finns nytillverkade däck med ca 190 dubb per meter rullomkrets som uppfyller de nya regelverken. Trafikverket och Statens Vegvesen har låtit VTI genomföra en studie på partikelgenerering med olika dubbdäck som uppfyller nya reglerna. Studien visar att de däck som godkänts enligt den alternativa regeln med upp mot 200 dubbar per meter rullomkrets förefalla generera mer slitagepartiklar än dubbdäcken med mindre antal dubb [28]. Detta innebär att det finns en stor osäkerhet om det nya regelverket kommer innebära lägre eller högre partikelgenerering framöver.

Osäkerheter för PM10 finns framförallt för antaganden om framtida dubbdäcksandelar.

Hälsoeffekter av luftföroreningar

Det finns tydliga samband mellan luftföroreningar och effekter på människors hälsa [29, 30, 31, 32]. Att bo vid en väg eller gata med mycket trafik ökar risken för att drabbas av luftvägssjukdomar, t.ex. lungcancer och hjärtinfarkt. Hur man påverkas är individuellt och beror främst på ärftliga förutsättningar och i vilken grad man exponeras.

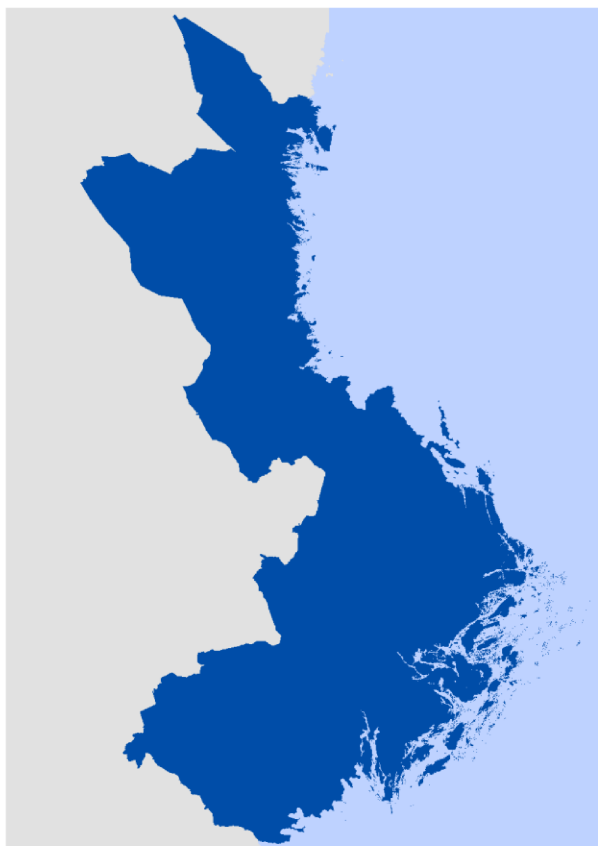
Barn är mer känsliga än vuxna eftersom deras lungor inte är färdigutvecklade. Studier i USA har visat att barn som bor nära starkt trafikerade vägar riskerar bestående skador på lungorna som kan innebära sämre lungfunktion resten av livet. Över en fjärdedel av barnen i Stockholms län upplever obehag av luftföroreningar från trafiken [30]. Människor som redan har sjukdomar i hjärta, kärl och lungor riskerar att bli sjukare av luftföroreningar. Luftföroreningar kan utlösa astmaanfall hos både barn och vuxna. Äldre människor löper större risk än yngre att få en hjärt- och kärlsjukdom och risken att dö i förtid av sjukdomen ökar om de utsätts för luftföroreningar.

Referenser

1. Slussen bussterminal, komplettering av resultat för spridningsberäkningar av luftföroreningar kring Slussen 2030. LVF 2011 :20, SLB analys november 2011.
2. Struktur, Slussen MKB Bussterminalen, M1500124, 2015-11-19, Petra Adrup, Monica Granberg.
3. Indata från beställaren, pdf-bild Slussen - tillfällig terminal på Stadsgårdskajen.
4. PM Busstrafik med grova antaganden utifrån de analyser som finns att tillgå 2015-11-19, Stockholms läns landsting, 2015-11-26
5. Trafik i bussterminal beräknat av SWECO, Lars-Olof Mattson 111007, se även LVF 2011:20 bilaga 1.
6. SMHI Airviro Dispersion:
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>.
7. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun – Utsläppsdata för år 2012. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, LVF rapport 2015:12.
8. HBEFA, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
9. Bringfeldt, B, Backström, H, Kindell, S., Omstedt, G., Persson, C., och Ullerstig, A., Calculations of PM-10 concentrations in Swedish cities – Modelling of inhalable particles. SMHI RMK No. 76, 1997.
10. Andel personbilar med dubbade vinterdäck. Dubbdäckandelar på rullande trafik under vintersäsongen 2013/2014 vid Hornsgatan, Södermalarstrand, Ringvägen, Folkungagatan, Sveavägen, Fleminggatan, Valhallavägen och Nynäsvägen. SLB-analys, SLB-rapport 4:2014.
11. Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2015 (januari–mars). Trafikverket, rapport 2015:096.
12. SWECO, 2011-03-13, Karin Hillblom & Karl-Erik Blomqvist. PM Utsläpp av kväveoxid och partiklar från Slussentunneln. Uppdragsnummer 1146019200.
13. WSP, mejlväxling med Robert Edlinger, dec 2015.
14. Ventilation bussterminal, Simuleringsmodell av bussterminalens ventilationssystem, V2-TB-0601_Bilaga 21, Exploateringskontoret Stockholms Stad, 2013-06-26, ansvarig part WSP.
15. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
16. Luften i Stockholm. Årsrapport 2014. SLB-analys, SLB rapport 2:2015.
17. Kartläggning av bensenhalter i Stockholm- och Uppsala län. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2004:14.
18. Kartläggning av bens(a)pyren-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnorm. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2009:5.

19. Kartläggning av arsenik-, kadmium- och nickelhalter i Stockholm och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnorm, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2008:25.
20. Kartläggning av partikelhalter (PM_{2,5}) i Stockholms och Uppsala län- jämförelser med miljökvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2010:23.
21. <http://www.miljomal.se/>
22. Kartläggning av kvävedioxid- och partikelhalter (PM₁₀) i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelser med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2011:19.
23. Slussen, Fördjupnings-PM Luftkvalitet, april 2011, LVF 2011:15, SLB analys.
24. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
25. Andersson, S., och Omstedt, G., Validering av SIMAIR mot mätningar av PM₁₀, NO₂ och bensen. Utvärdering för svenska tätorter och trafikmiljöer avseende år 2004 och 2005. SMHI, Meteorologi nr 137, 2009.
26. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdverket, NFS 2013:11.
27. Samlad lägesrapport om vinterdäck – Redovisning av ett regeringsuppdrag. Vägverket rapport FO 30 A 2008:68231.
28. Emission of inhalable particles from studded tyre wear of road pavements. A comparative study. Mats Gustafsson and Olle Eriksson. VTI rapport 867A, 2015.
29. Hälsoeffekter av partiklar. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2007:14.
30. Miljöhälsorapport 2013, Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, ISBN 978-91-637-3031-3, Elanders, Mölnlycke, Sverige, april 2013.
31. World Health Organization (WHO), Air quality and Health, Fact sheet no 313, September 2011, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>
32. World Health Organization (WHO), Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005 - Summary of risk assessment, WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2006.

SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på www.slb.nu/lvf/



Östra Sveriges luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 50 kommuner, två landsting samt institutioner, företag och statliga verk. Samarbete sker även med länsstyrelserna i länen. Målet med verksamheten är att samordna övervakning av luftkvaliteten inom samverkansområdet. Systemet för luftövervakning består bl a av mätningar, emissionsdatabaser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.



POSTADRESS:
Box 38145, 100 64 Stockholm
BESÖKSADRESS:
Södermalmsallén 36
TEL. 08 – 58 00 21 01
INTERNET www.slb.nu/lvf