

Modellberäkningar genomförda i SIMAIR

Bakgrund

Varje kommun är skyldig att kontrollera sin luftkvalitet och följa de krav som ställs enligt Luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477). Hur kontroll och presentation av luftföroreningarna ska genomföras beskrivs i Naturvårdsverkets (NFS 2019:9) föreskrifter. Utöver det har Riksdagen beslutat om 16 nationella miljökvalitetsmål för Sverige. ”Frisk luft” är ett av målen. Miljökvalitetsnormen ger riktlinjer för hur mycket föroreningar som får finnas i luften av vissa ämnen såsom kväveoxider (NO_x) och PM10. I miljökvalitetsnormerna och miljökvalitetsmålen preciseras vilket högsta medelvärde föroreningar får ha per dygn, år och för kvävedioxid definieras även per timme. Utöver högsta tillåtna medelvärde i µg/m³ anges hur många gånger värdet får överskridas under ett kalenderår. Miljökvalitetsmålet ”Frisk luft” innebär att luften ska vara så ren från föroreningar att den inte ska skada människors och djurs hälsa, samt växter och kulturvärden.

Modellberäkningarna har utförts ifrån Karlstads kommuns kontrollstrategi enligt 3-4 §§ NFS 2019:9 och Karlstads kommuns kvalitetssäkringsprogram enligt 6 § NFS 2019:9.

<https://karlstad.se/Miljo-och-Energi/Buller-och-luftkvalitet/>

Karlstads kommun mäter kontinuerligt PM10-partiklar, kvävedioxid och svaveldioxid vid järnvägsstationen i Karlstad, vilket är den mest trafikerade gatan i centrum. Utöver det sker indikativa mätningar för NO₂ på Rådhuset för att kontrollera urban bakgrund samt NO₂ på Hamngatan 16 och Drottninggatan 32 i gaturum. De senaste årens (2016 – 2019) mätningar vid Hamngatan visar att PM10 och NO₂ klarar miljökvalitetsnormernas gränsvärden.

Modellberäkningarna har utförts av David Nilsson, universitetsstuderande, som läser sista året på Högskoleingenjörsprogrammet i lantmåteriteknik och geografisk IT, på Karlstads Universitet. Modellberäkningarna är ett resultat från David examensarbete ”Hur är Tingvallastaden Luftkvalitet? – En förstudie av luftkvaliteten i Karlstads centrum”.

Modellberäkningar för halter av NO₂ och PM10-partiklar

Halter av NO₂ och PM10-partiklar har beräknats inom området Tingvallastaden med särskilt fokus på Hamngatan och Drottninggatan. Området har mycket fordonstrafik och Karlstads kommuns luftmätningstationer för gaturum är lokaliserade i området. De har sedan använts som kvalitetskontroll och kalibrering av spridningsmodelleringen. Tingvallastaden är en stadsdel belägen i centrala Karlstad och omsluts av järnvägen i söder och Klarälven i öst, väst och norr, se figur 1 och figur 2.



Figur 1. Karta över beräkningsområdet, Tingvallastaden i Karlstad och landskapet Värmland.



Figur 2. Vägkarta över Tingvallastaden.

Mätstationer

De mätstationer som används för mätning av PM₁₀- och NO₂-partiklar i Karlstads kommun redovisas i tabell 1. I Figur 3 visas mätstationernas placering.

Tabell 1. Mätstationer

Mätstation	Mätningsteknik	Klassificering	Partiklar
Hamngatan, järnvägsstation	Kontinuerlig mätning	Gaturum	PM ₁₀ , NO ₂
Hamngatan 16	Indikativ mätning	Gaturum	NO ₂
Drottninggatan 32	Indikativ mätning	Gaturum	NO ₂
Rådhuset	Indikativ mätning	Urban bakgrund	NO ₂

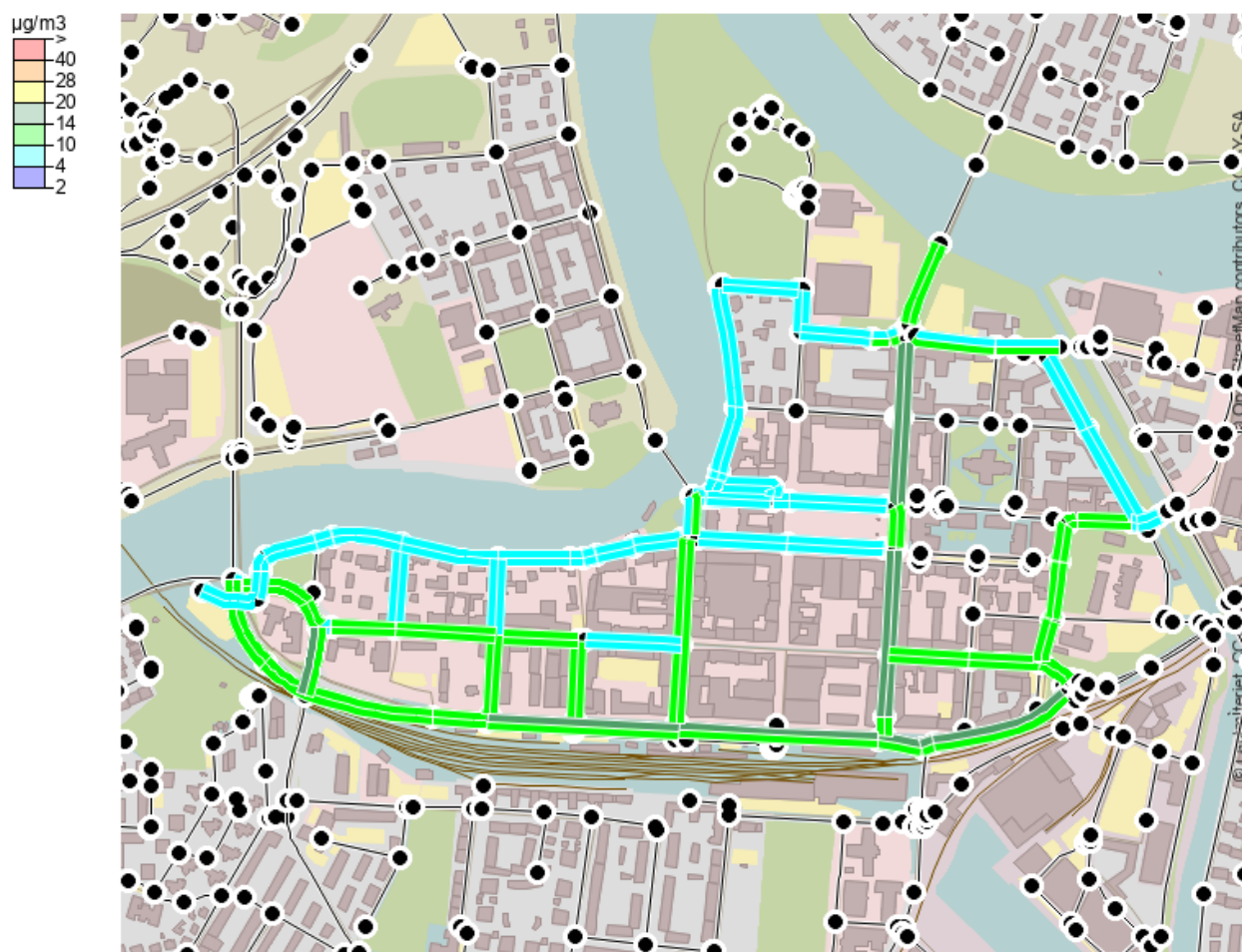


Figur 3. En karta över luftmätningstationernas placering i Karlstad.

Modellberäkningar för PM10

För PM10-partiklar under 2018 och dess årsmedelvärde är värdena under miljökvalitetsnormen ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Tingvallastaden och överskrider inte nedre utvärderings tröskeln (NUT) ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enligt spridningsmodellen, se figur 4.

Ett flertal gator visar ett högre värde än miljökvalitetsmålet ”Frisk luft” ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Däremot har resultaten, från mätstationen på Hamngatan vid Järnvägsstationen, visat att dygnsmedelvärdet överskred ÖUT vid 37 av 35 tillåtna gånger under året.



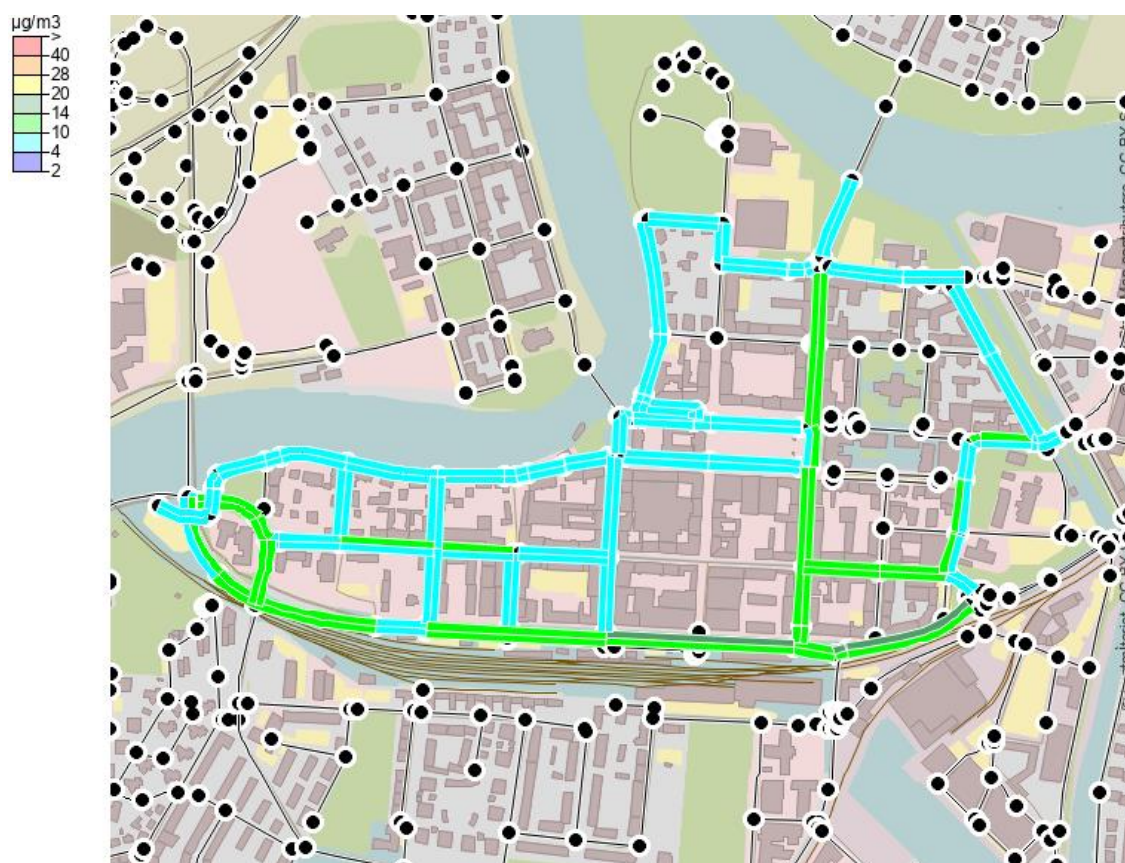
Figur 4. Spridningsmodell av PM10-årsmedelvärden under 2018 från SIMAIR. Prickarna i bilden är start- och slutnoder av väglänkar.

Spridningsmodellen visar att värdena ligger under gränsen av kvalitetskraven för både RPE (Relative Percentile Error) och RDE (Relative Directive Error) vad det gäller årsmedelvärde och 90-percentilen för dygnsmedelvärden för PM10, se tabell 2.

Tabell 2. Kvalitetskontroll och jämförelse mellan uppmätta och modellerade årsmedelhalter under 2018 för PM10 på Hamngatan vid Järnvägsstationen.

Period	Uppmätt värde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modellerat värde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Korrektionsfaktor	RPE	RDE
Årsmedelvärde	17,85	14,40	1,24	0,193	0,086
90-percentil, dygn	38,30	23,70	1,62	0,381	0,292

Årsmedelvärdet för 2019 visar att ett antal väglänkar på Östra Torggatan och Järnvägsgatan har förbättrats i spridningsmodellen, se figur 5.



Figur 5. Spridningsmodell av årsmedelvärden för PM10 under 2019 från SIMAIR.

Under mätåret 2019 överskred dygnshalterna för PM10, ÖUT med 37 gånger av tillåtna 35, enligt resultaten från mätstationen på Hamngatan vid järnvägsstationen, se tabell 3.

Tabell 3. Antal överskridanden dygnshalter för PM10 på Hamngatan vid järnvägsstationen.

År	Antal dygn överskridanden (35 tillåtna)			
	NUT (25 µg/m ³)	ÖUT (35 µg/m ³)	MKN (50 µg/m ³)	"Frisk Luft" (20 µg/m ³)
2018	69	37	15	49
2019	63	39	19	52

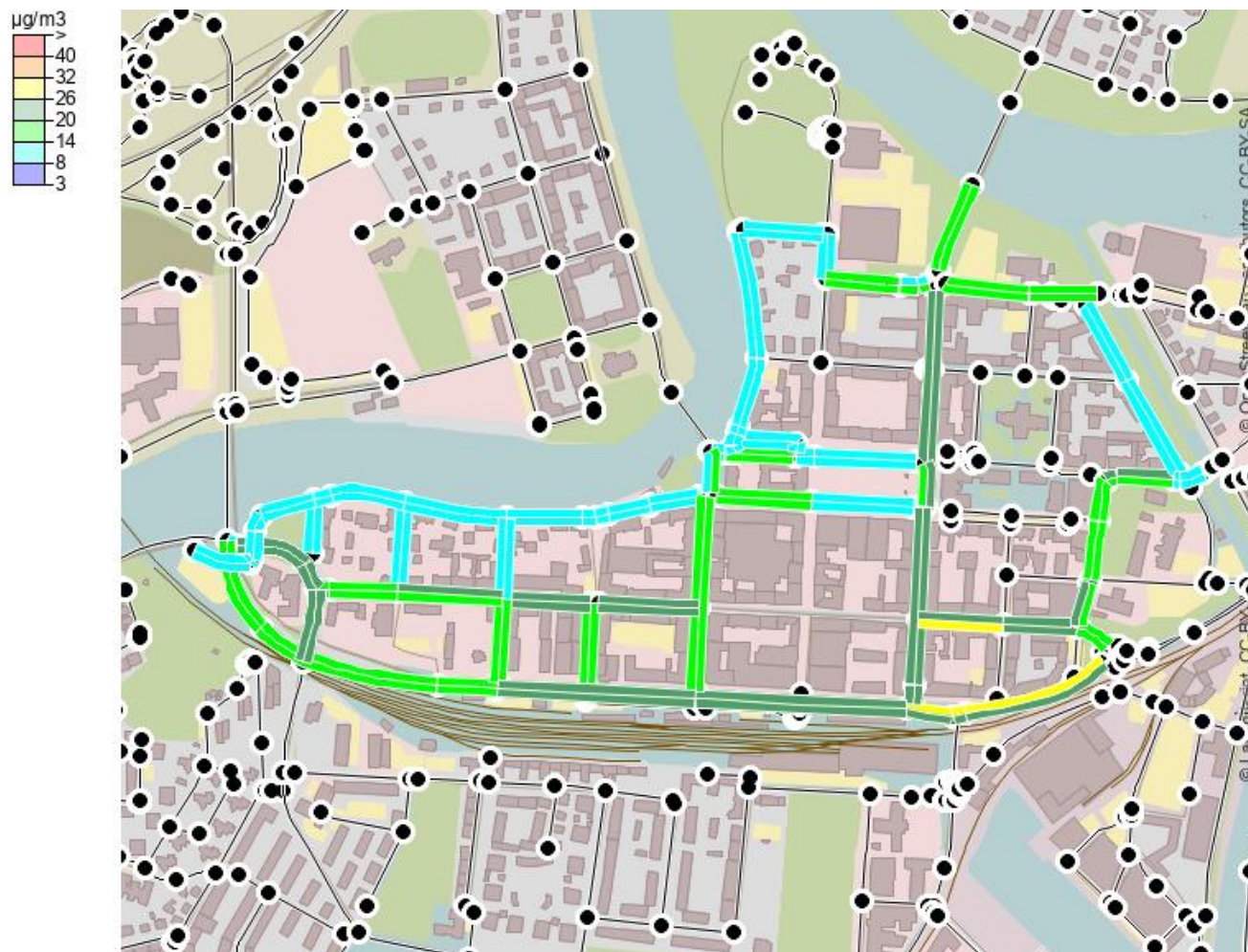
I tabell 4 redovisas kvalitetskontrollen för 2019 årsmedelhalter för PM10 på Hamngatan, järnvägsstationen. Spridningsmodell av 90-percentilens dygnsmedelvärden för PM10 under åren 2018 och 2019 kan ses i bilaga 2.

Tabell 4. Kvalitetskontroll och jämförelse av uppmätta och modellerade PM10-årsmedelhalter under 2019 på Hamngatan vid järnvägsstationen.

Mätplats	Uppmätt Värde (µg/m ³)	Modellerat Värde (µg/m ³)	Korrektions- faktor	RPE	RDE
Hamngatan Järnvägsstationen	17,20	12,56	1,37	0,270	0,116

Modellberäkningar för NO₂

Tingvallastadens NO₂-årsmedelhalter för 2018 visar sig ligga under miljökvalitetsnormens gränsvärde för årsmedelvärde (40 µg/m³) enligt spridningsmodellen, däremot överskrider den NUT på två gator, en del av Drottninggatan och Hamngatan, se figur 6.



Figur 6. Spridningsmodell över NO₂ under 2018, SIMAIR.

Årsmedelvärdet och 98-percentilerna för dygn och timme under 2018, för mätstationen på Hamngatan vid järnvägsstationen, visar spridningsmodellens värden ligga under kvalitetskravens gränser för både RPE och RDE, se tabell 5. Däremot överskrivs antalet tillåtna dagar för gränsvärdet NUT (36 µg/m³) med 15 av 7 tillåtna dagar. Resultaten från mätningar genomförda på Hamngatan vid Centralstationen har redovisat att ingen överskridning av miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde 60 µg/m³ skett.

Tabell 5. Kvalitetskontroll och jämförelse mellan uppmätta och modellerade halter för NO₂ på Hamngatan vid Järnvägsstationen.

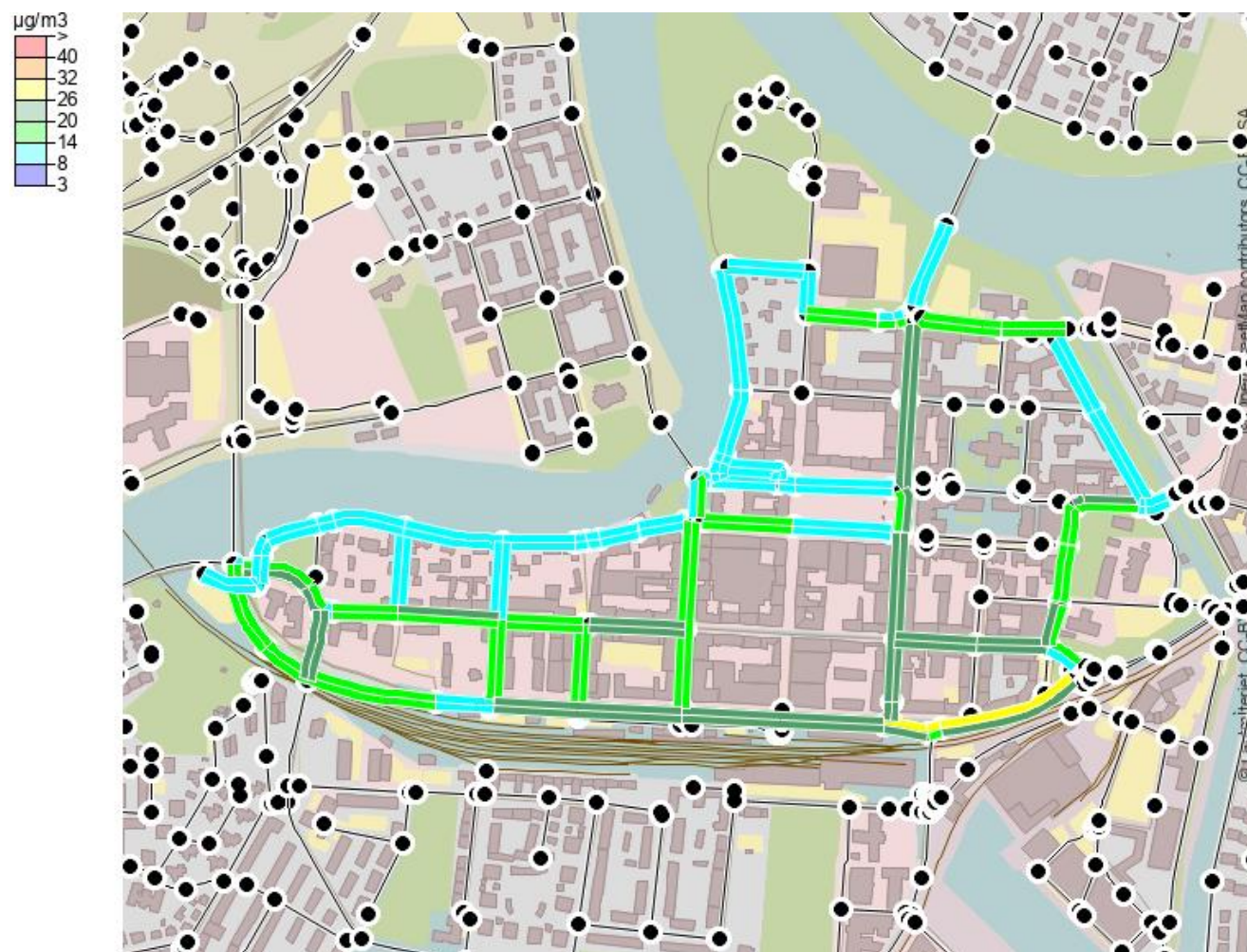
Period	Uppmätt Värde (µg/m ³)	Modellerat Värde (µg/m ³)	Korrektions- faktor	RPE	RDE
Årsmedelvärde	20,91	22,85	0,92	0,093	0,049
98-percentil, dygn	39,92	40,70	0,98	0,020	0,013
98-percentil, timme	60,33	56,75	1,06	0,059	0,040

För mätstationen på Drottninggatan 32 klarar inte spridningsmodellen kvalitetskontrollen för RPE, där värdet överskrider kvalitetskravet på 30% för NO₂-årsmedelhalt, se tabell 6.

Tabell 6. Jämförelse av indikativa mätningarna och modellerade årsmedelhalter för NO₂.

Mätplats	Uppmätt Värde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modellerat Värde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Korrektions- faktor	RPE	RDE
Hamngatan 16	22,79	24,61	0,93	0,080	0,046
Drottninggatan 32	11,69	21,41	0,55	0,831	0,243
Rådhuset	11,32	12,63	0,90	0,116	0,033

För året 2019 redovisade spridningsmodellen att årsmedelhalterna var lägre än miljö kvalitetsnormen för NO₂ och en förbättring på Drottninggatan där vägen klarar NUT jämfört mot 2018, se figur 7.



Figur 7. Spridningsmodell över NO₂ under 2019, SIMAIR.

Kvalitetskontrollen redovisar att spridningsmodellen klarar 3 av 4 mätstationer i Tingvallastaden, se tabell 7.

Tabell 7. Kvalitetskontroll över årsmedelhalterna under 2019.

Mätplats	Uppmätt Värde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modellerat Värde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Korrektions- faktor	RPE	RDE
Hamngatan Järnvägsstationen	19,00	22,29	0,85	0,173	0,082
Hamngatan 16	18,72	24,02	0,78	0,283	0,133
Drottninggatan 32	10,86	19,62	0,55	0,807	0,219
Rådhuset	10,50	12,14	0,86	0,156	0,041

Under 2019 överskreds det tillåtna antal dagar för ÖUT för dygnshalter av NO_2 för mätstationen vid järnvägsstationen, se tabell 8.

Tabell 8. Antal överskridanden dygnsalter för NO_2 på Hamngatan vid järnvägsstationen.

År	Antal dygn överskridanden (7 tillåtna)		
	NUT ($36\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ÖUT ($48\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MKN ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2018	15	4	0
2019	25	9	1

Under både 2018 och 2019 överskrider mätningarna vid järnvägsstationen NUT och miljö kvalitetsmålet "Frisk luft" för antalet tillåtna överskridanden för timmeshalter, se tabell 9.

Tabell 9. Antal överskridanden timmeshalter för NO_2 på Hamngatan vid järnvägsstationen.

År	Antal timmar överskridanden (175 tillåtna)			
	NUT ($54\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ÖUT ($72\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MKN ($90\mu\text{g}/\text{m}^3$)	"Frisk luft" ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2018	282	78	17	183
2019	364	122	43	248

I bilaga 3 och 4 redovisas spridningsmodeller för 98-percentilens dygns- respektive timmesmedelvärden för NO_2 under 2018 och 2019.

Validering av resultatet och felkällor

Vad det gäller validering för Rådhuset är den inte en optimal placering av mätstation då den mäter urban bakgrund, utan det ska se som en indikation på hur värdet runt Stora torget är och dess gaturum runt omkring. Indikativa mätningar för mätstationen på Drottninggatan blir godkänd av RDE och det beror nog på att det är simulerade värden som stämmer ganska bra överens med det statistiska indikationsmättet. Däremot överstiger det RPE med 0,507, vilket leder misstankar till att antingen är det något med mätstationen eller spridningsmodellen som inte stämmer överens med verkligheten. Det skulle kunna vara placeringen av mätstationen, för från 2014 blev det en tydlig skillnad på årsmedelvärdet, från 17,97 till 14,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SMHI (u.å.). Det skulle även kunna bero på flertal saker som att fordons- och bränslesammansättningen har förändrats samt minskning av ÅDT.

Element som skapar svårigheter i översättningen till SIMAIR är exempelvis svårigheten att avgöra gaturummets storlek, där hushöjder blir ett medelvärde längs med hela gatan för respektive sida. Gaturummets bredd kan också vara svårdefinierat som vid situationen är längs med Hamngatan och järnvägsstationen där det finns både byggnader och öppna luftområden. Träd, sluttningar och bergväggar agerar också husfasader och kan vara svårt att beräkna och uppskatta höjder och gaturummets bredd.

En annan orsak som kan försvåra för spridningsmodellen är den järnväg som finns längs Hamngatan. Mätningar som sker där kan ge ökade PM10-halter på grund av tågtrafiken som inte fångas upp i beräkningarna i SIMAIR-väg. Trots detta klarar spridningsmodellen kvalitetskravet och det beror på den höga felmarginalen som är 50 % av halterna för PM10 vid dygn- och årsmedelvärden. Dessutom används dammbindningsmedel av Karlstads kommun för att bekämpa högre halter av PM10 och det finns inte implementerat i SIMAIR 2. För NO₂-halter har bussarna ställt till problem vid bussgator där biogas borde generera mindre värden då Karlstads stadsbussar drivs primärt av biogas och el. Enligt Trafikverket (2019) har bussar som drivs av biogas lägre NO_x-utsläpp g/km än både diesel/biodiesel och etanol. För vid tester i SIMAIR gav biogas högst halter av NO₂ följt av diesel och etanol erhöles lägsta värdet.

Den trafikinformation som används i projektet kunde ha varit bättre, exempelvis fanns inga uppgifter från Karlstads kommun om ÅDT för 2019 utan fick användas för 2018 och även mätningar genomförda 2015.

Spridningsmodellen för PM10:s 90-percentil för PM10 för både 2018 och 2019 påvisar väglänkar på Hamngatan med modellerade värden över 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det indikerar att spridningsmodellen kan överensstämja med verkligheten till viss del, då mätstationen vid järnvägsstationen redovisar överskridning av NUT och ÖUT tillåtna dagar. Då spridningsmodellen kan indikera att ungefär 37 dagar kan ha högre värde än intervallet 2535 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Däremot är det svårt att avgöra hur bra det avspeglar verkligheten på grund av Karlstads kommuns användning av dammbindningsmedel.

På samma sätt som av spridningsmodellen för PM10:s 90-percentil kan liknande resonemang genomföras för NO₂ 98-percentil för dygn. Då 7 dagar statistiskt kan överstiga intervallet 3648 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vad det gäller simulerade värden för NO₂ 90-percentil för timmeshalter tenderar den att underskatta föroreningshalten som i valideringen av SIMAIR från 2018. Då antalet överträdelser av ÖUT indikerar mindre antal överträdelser jämfört med de uppmätta på mätstationen vid järnvägsstationen.

Sammanfattning

Luftkvaliteten i Tingvallastaden indikerar väder under miljö kvalitetsnormens årsmedelgränser ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) för både PM10 och NO_2 under 2018 och 2019. Däremot överskrider PM10:s årsmedelvärde miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft” ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enligt mätningarna vid järnvägsstationen både under 2018 och 2019 och spridningsmodellen indikerar att flertal gator också kan överstiga miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft”. Dessutom överskrider mätstationens PM10-mätningar det antal tillåtna dygn för ÖUT, 69 respektive 63 av tillåtna 35 dygn.

Enligt mätstationerna under 2019 var värdena för NO_2 i Karlstads centrum under miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft” ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) för årsmedelvärdet för NO_2 . Däremot överskrider mätningar för mätstationen vid järnvägsstation ÖUT för antal dygn tillåtna med 9 dygn för tillåtna 7 dygn. Dessutom överskrider den NUT för antalet tillåtna timmar, 364 av 175 tillåtna. Utöver det indikerar spridningsmodellen att några fler gator kan överstiga årsmedelvärdet för NUT och miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft”.

Bilaga 1 – Indata till SIMAIR

Nedan redovisas tabeller för indata för vägavsnitten i SIMAIR. Där vägar redovisas från norr till söder respektive väst till öst från SIMAIR. I tabellerna redovisas exempelvis information om vägavsnittets halkbekämpning genomförs med sand eller salt och om parkering finns på vägen södra (S), norra (N), västra (V) eller östra (Ö) sida.

Gata	ÅDT (Fordon/dygn)	Sand/Salt	Max dubbdäck (%)	Vägbredd (m)	Bredd Mittsträng (m)	Gaturums- bredd (m)	Hushöjd, S (m)	Hushöjd, N (m)	Parkering (S/N)
Hamngatan	12900	Salt	71	16	1	30	2	3	
Hamngatan	12900	Salt	71	15	1	29	2	3	
Hamngatan	12900	Salt	71	15	1	29	2	2	
Hamngatan	12900	Salt	71	15	1	39	2	16	
Hamngatan	13900	Salt	71	15	1	28	1	14	
Hamngatan	13000	Salt	71	16	3	33	3	21	
Hamngatan	13000	Salt	71	11	0	16	2	22	
Hamngatan	13000	Salt	71	10	0	28	2	16	
Klaraborgsgatan	11000	Salt	71	18	1	0	0	0	
Klaraborgsgatan	11000	Salt	71	18	1	30	9	3	
Drottninggatan	4500	Salt	71	15	0	38	8	4	
Drottninggatan	4500	Salt	71	14	0	38	8	4	
Drottninggatan	4500	Salt	71	15	0	21	4	11	S, N
Drottninggatan	4500	Salt	71	10	0	25	9	12	S
Drottninggatan*	2000	Salt	71	8	0	22	15	14	
Drottninggatan	6500	Salt	71	9	0	22	15	14	
Drottninggatan	6700	Salt	71	13	0	21	12	12	S, N
Drottninggatan	6700	Salt	71	14	1	35	2	4	
Älvgatan	731	Sand	71	6	0	11	2	2	
Älvgatan	731	Sand	71	7	0	16	1	0	
Älvgatan	731	Sand	71	9	0	20	14	0	
Gata	ÅDT (Fordon/dygn)	Sand/Salt	Max dubbdäck (%)	Vägbredd (m)	Bredd Mittsträng (m)	Gaturums- bredd (m)	Hushöjd, S (m)	Hushöjd, N (m)	Parkering (S/N)

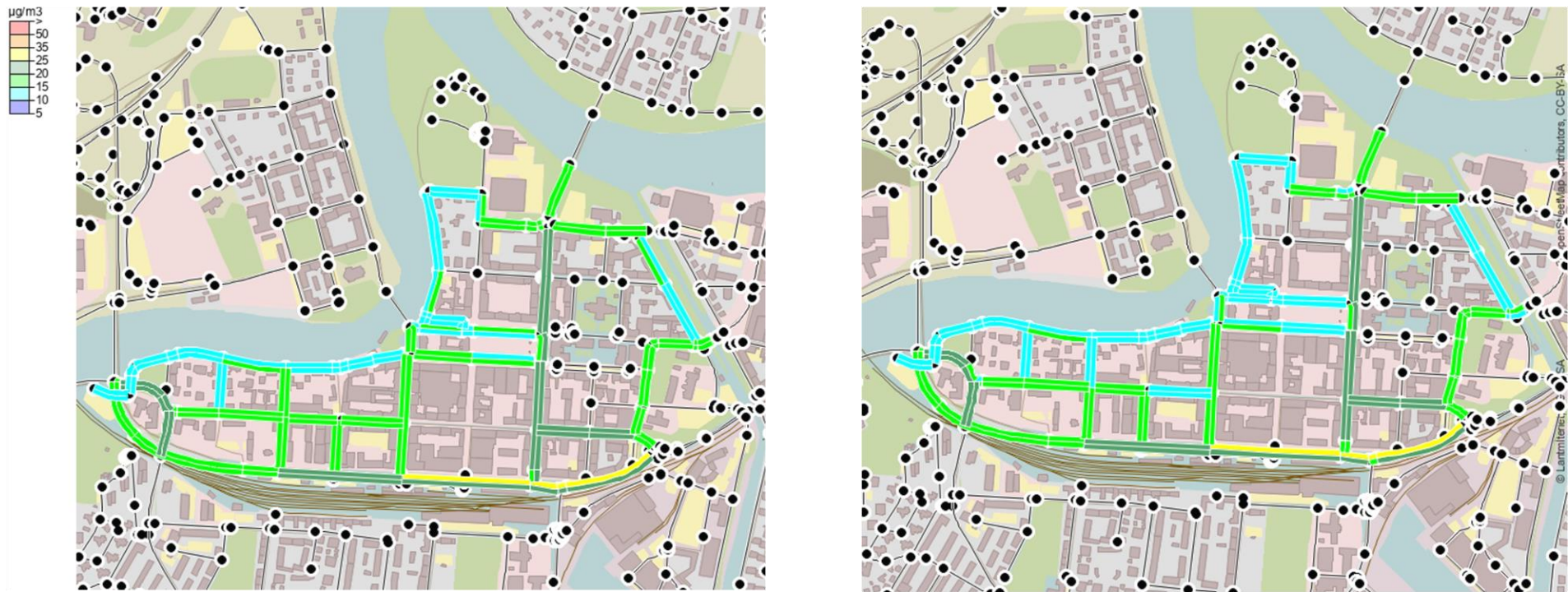
Älvgatan	731	Sand	71	8	0	20	8	0	S
Älvgatan	731	Sand	71	9	0	16	12	0	S
Älvgatan	370	Sand	71	4	0	14	10	0	
Älvgatan	370	Sand	71	5	0	14	10	0	
Älvgatan	370	Sand	71	4	0	14	10	0	
Älvgatan	370	Sand	71	5	0	11	11	0	
Älvgatan	370	Sand	71	5	0	11	10	0	
Tingvallagatan*	1300	Salt	71	4	0	21	16	11	
Tingvallagatan*	1300	Salt	71	4	0	36	16	2	
Kungsgatan	1100	Salt	71	4	0	0	0	0	
Kungsgatan	1100	Salt	71	4	0	30	13	16	
Kungsgatan	1100	Salt	71	4	0	30	13	14	
Kungsgatan*	1100	Salt	71	4	0	30	1	17	
Kungsgatan	370	Sand	71	7	0	30	13	16	
Sandgrundsgatan	370	Sand	71	5	0	11	6	1	
Norra Strandgatan	1500	Sand	71	11	0	35	17	15	S, N
Norra Strandgatan	1500	Sand	71	11	0	15	19	1	S, N
Norra Strandgatan	2800	Salt	71	8	0	25	18	5	
Norra Strandgatan	2800	Salt	71	8	0	25	14	4	
Kungsgatan	4400	Salt	71	7	0	23	4	21	
Kungsgatan	4400	Salt	71	12	0	18	0	3	

*Bussgata

Gata	ÅDT (Fordon/dygn)	Sand/Salt	Max dubbdäck (%)	Vägbredd (m)	Bredd Mittsträng (m)	Gaturums- bredd (m)	Hushöjd, V (m)	Hushöjd, Ö (m)	Parkering (V/Ö)
Klaraborgsgatan	11000	Salt	71	18	1	30	10	5	
Klaraborgsgatan	11000	Salt	71	10	2	30	10	5	
Grevgatan	731	Sand	71	10	0	15	5	6	V, Ö
Pihlgrensgatan	731	Sand	71	7	0	12	9	6	V
Pihlgrensgatan	1500	Sand	71	7	0	14	5	16	
Fredsgatan	1500	Sand	71	10	0	22	17	19	Ö
Järnväggsgatan	3000	Salt	71	9	0	22	18	18	V
Residenstorget	3400	Salt	71	14	2	36	0	13	
Älvgatan	731	Sand	71	6	0	10	2	2	
Älvgatan	731	Sand	71	6	0	12	1	0	
Kungsgatan	370	Sand	71	7	0	0	0	0	
Kungsgatan	370	Sand	71	4	0	0	0	0	
Museigatan	370	Sand	71	6	0	20	0	7	
Museigatan	731	Sand	71	10	0	16	0	11	
Museigatan	731	Sand	71	10	0	16	0	16	
Västra Torggatan	1000	Sand	71	7	0	25	4	10	
Östra Torggatan	8200	Salt	71	9	0	16	1	1	
Östra Torggatan	7000	Salt	71	7	0	21	14	17	
Östra Torggatan	7200	Salt	71	11	2	22	0	16	
Östra Torggatan	7200	Salt	71	7	0	22	15	15	
Östra Torggatan	7200	Salt	71	7	0	22	11	14	
Västra Kanalgatan	370	Sand	71	6	0	7	18	0	V
Västra Kanalgatan	370	Sand	71	6	0	8	16	0	
Eneströmsgatan	4400	Salt	71	10	0	20	10	1	
Eneströmsgatan	4400	Salt	71	9	0	14	8	1	
Eneströmsgatan	4400	Salt	71	10	0	15	12	4	

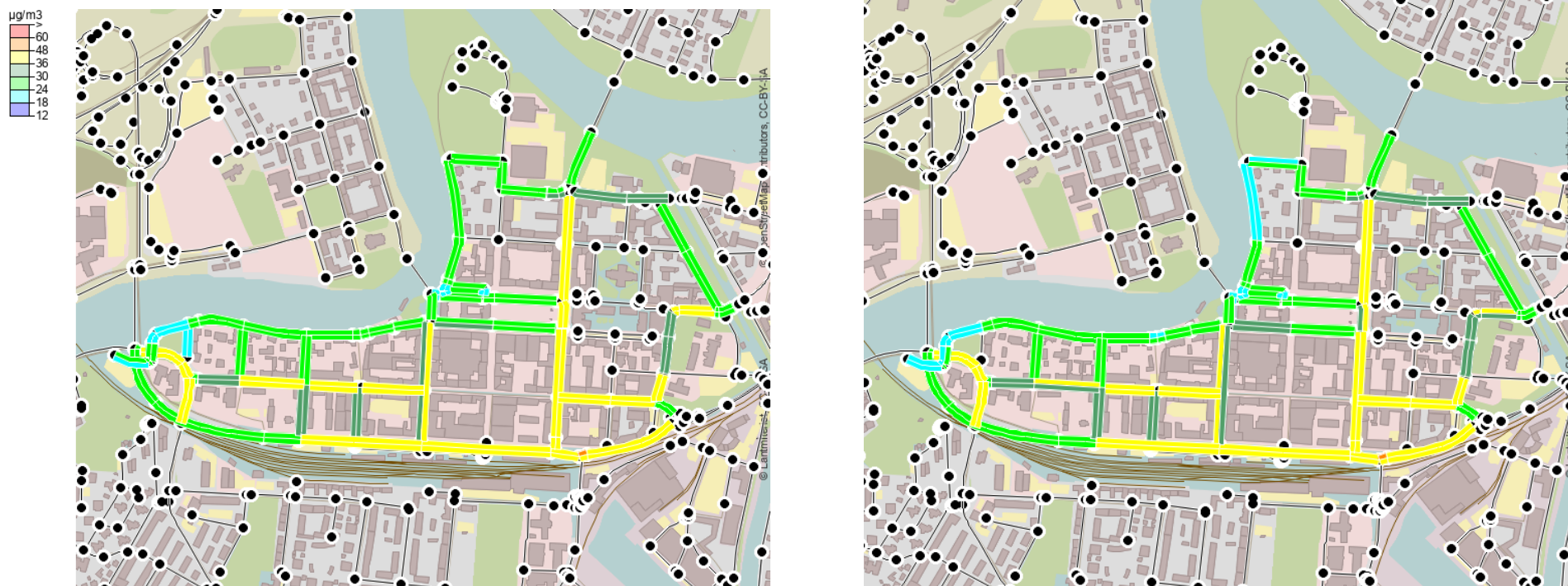
Bilaga 2 – Dygnmedelvärden för PM10

Nedan redovisas 90-percentilen av dygnmedelvärden för PM10, den vänstra figuren visar värden för 2018 och den högra för 2019.



Bilaga 3 - Dygnsmedelvärden för NO₂

Nedan redovisas 98-percentilen av dygnsmedelvärden för NO₂, figuren till vänster visar året 2018 och till höger 2019.



Bilaga 4 - Timmesmedelvärden för NO₂

Nedan redovisas 98-percentilen av timmesmedelvärden för NO₂, figuren till vänster visar 2018 och 2019 i den högra figuren.

