



Luftföroreningar i Örebro stad

En miljömedicinsk bedömning



Region Örebro län
Arbets- och miljömedicin



Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är en verksamhet som bygger på ett samarbete mellan Region Sörmland, Värmland, Västmanland och Örebro län. Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Södra Grev Rosengatan 18 B, Örebro
Entré F, vån 2, hiss F1

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

Webbplats

www.regionorebrolan.se/amm

Citera oss gärna, men vänligen ange källan.

Rapport:	Luftföroreningar i Örebro stad
Diarienummer:	24RS8719-1
Datum:	2025-12-16
Rapportansvariga:	Maria Klasson, miljöhygieniker Ann-Christine Mannerling, miljöhygieniker
Foton:	Framsida, sida 4 och sida 13: Arbets- och miljömedicin, Örebro

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Inledning.....	6
Bakgrund.....	7
Luftkvalitet i Sverige	7
Luftkvalitet: Normer, mål och nytt EU-direktiv	8
Hälsopåverkan av luftföroreningar.....	9
Renare luft – bättre hälsa och minskade kostnader för samhället.....	10
Grönska i stadsmiljö – en viktig resurs för renare luft och ökad livskvalitet	10
Metod	12
Studiedesign och mätplatser.....	12
Mätutrustning och placering	12
Mätprinciper	13
Begränsningar i mätmetoden	14
Statistisk bearbetning	14
Resultat	15
Årsmedelvärden	15
Dygnsmedelvärden	15
Timmedelvärden.....	18
Variationer i halter av partiklar och kvävedioxid	19
Samband mellan variationer av partikel- och kvävedioxidhalter.....	22
Årsvariationer av dygnsmedelhalter.....	23
Diskussion.....	24
Referenser	26
Bilaga 1. Temperatur och relativ luftfuktighet.....	30
Bilaga 2. Årsmedelvärden PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁ och NO ₂	31
Bilaga 3. Dygns- och timmedelvärden PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁ och NO ₂	32
Bilaga 4. Timmedelvärden PM ₁₀	33
Bilaga 5. Timmedelvärden PM _{2,5}	35
Bilaga 6. Timmedelvärden PM ₁	37
Bilaga 7. Timmedelvärden NO ₂	39



Rådhuset i Örebro och övre delen av Stortorget. Mätinstrumentet Kunak Air Pro syns monterat nära taket.

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultaten från indikativa mätningar av luftföroreningar vid Rådhuset i centrala Örebro, genomförda mellan september 2024 och augusti 2025. Syftet var att kartlägga nivåerna av partiklar (PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁) samt kvävedioxid (NO₂) i utomhusluften med fokus på hälsa.

Luftföroreningar påverkar hälsan hos både vuxna och barn. Dålig luftkvalitet kan orsaka akuta besvär och bidra till långsiktiga sjukdomar som luftvägs- och hjärt-kärlsjukdomar. Barn är särskilt känsliga eftersom deras lungor och immunsystem fortfarande utvecklas, vilket gör dem extra mottagliga för luftföroreningar.

Årsmedelvärdena för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂ ligger under de svenska normerna, men PM_{2,5} och NO₂ överskrider Världshälsoorganisationens (WHO:s) rekommendationer, där PM_{2,5} ligger cirka 1 µg/m³ över riktvärdet och NO₂ nästan dubbelt så högt. Även dygnsmedelvärdena för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂ överskrider WHO:s gränser: PM₁₀ under 15 dygn, PM_{2,5} under 13 dygn och NO₂ under 58 dygn, vilket ligger över WHO:s maximalt tillåtna tre till fyra överskridanden per år. Resultatet tyder på en potentiell hälsorisk, särskilt för barn, äldre och personer med lungsjukdomar.

Högst partikelhalter för samtliga PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁ uppmättes under vinter och tidig vår, medan NO₂-halterna var som mest uttalade under årets kallaste månader. Halterna är högre på vardagar och morgnar. De återkommande mönstren och samtidiga variationerna mellan partiklar och kvävedioxid tyder på att luftföroreningarna påverkas av både lokala och mer omfattande utsläppskällor samt kan variera mellan olika år.

Renare luft leder till bättre folkhälsa och ger även ekonomiska besparingar för samhället. En viktig del i arbetet med luftkvaliteten är att bevara och utöka den urbana grönskan, särskilt stora träd, som effektivt fångar upp partiklar och kvävedioxid, bidrar till ett svalare mikroklimat och skapar en mer hälsosam stadsmiljö.

Inledning

Den miljömedicinska enheten vid Arbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset Örebro, har identifierat ett behov av att undersöka luftkvaliteten i Örebro, eftersom den är en prioriterad miljöfaktor med stor betydelse för människors hälsa och välbefinnande. Vissa grupper, såsom barn, kan vara särskilt känsliga för olika miljöfaktorer, men miljön påverkar hälsan hos alla, oavsett ålder. Samtidigt har många begränsade möjligheter att själva påverka sin omgivning. Eftersom människor bor, transporterar sig och kan tillbringa mycket tid utomhus är det viktigt att utomhusmiljöerna har god luftkvalitet och bidrar till en god hälsa. Utomhusluften påverkar dessutom inomhusluften, vilket gör kvaliteten på den yttre miljön viktig för människors hälsa.

Syftet med denna studie är att undersöka luftkvaliteten i Örebro genom kontinuerliga mätningar av partiklar (PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁) samt kvävedioxid (NO₂) under ett års tid. Utvärdering av resultaten har skett med fokus på människors hälsa. Resultaten redovisas i denna rapport.

Det är dock viktigt att notera att resultaten baseras på indikativa mätningar och därför inte är direkt jämförbara med lagstadgade normvärden, utan bör tolkas som en översiktlig bild av luftkvaliteten i utemiljön.

Denna studie ingår i en pågående serie undersökningar av luftkvaliteten. Under ett års tid har mätningar genomförts på två förskolegårdar i Örebro, samt på en förskolegård i Karlskoga. Samtliga förskolor är belägna i närheten av större trafikleder [1, 2].

Bakgrund

Luftkvalitet i Sverige

Luftkvaliteten i Sverige skiljer sig mellan olika delar av landet. I södra delen är föroreningsnivåerna generellt högre än i norr, vilket kan förklaras av tätare befolkning, mer industriell verksamhet, högre trafikintensitet och intransport av föroreningar från övriga Europa [3, 4].

Halter av partiklar och kvävedioxid i luften styrs främst av mänskliga aktiviteter såsom förbränning och slitage från vägtrafik. I tätorter är vägtrafiken den största lokala källan. Grova partiklar, PM₁₀, uppstår främst vid slitage på vägbanor och däck, medan finare partiklar, som PM₁ och PM_{2,5}, främst bildas vid förbränning i industrier, fordon och vid vedeldning. Detsamma gäller för NO₂. PM₁₀-halterna är som högst på våren när vägar torkar upp efter vintern och partiklar som bundits i beläggningen frigörs. Föroreningar kan även spridas över långa avstånd och påverka områden långt från utsläppskällorna [5-8].

Väderförhållanden påverkar koncentrationen av luftföroreningar. Under kalla perioder ökar behovet av uppvärmning, vilket kan leda till högre utsläpp. Kalla bilmotorer under vintern släpper ut mer avgaser än varma motorer på sommaren, vilket kan ge förhöjda nivåer av NO₂. För PM₁₀ har ingen liknande temperaturberoende ökning observerats [9]. Väderförhållanden påverkar också halterna av både partiklar och gasformiga föroreningar som NO₂ genom att styra hur de sprids och blandas i atmosfären. Vid stillastående luft och temperaturinversioner kan koncentrationerna bli höga nära marken, medan vind och nederbörd bidrar till att späda ut föroreningarna och minska halterna [8, 10-12].

Luftkvalitet i Örebro

Örebro kommun har drygt 160 000 invånare. Genom tätorten går E20/E18 som har två filer i vardera riktning och en skyltad hastighet på 90 km/h. Trafikflödet uppgår till cirka 51 400 fordon per årsmedeldygn (ÅDT) varav cirka 7,5 procent utgörs av tung trafik [13].

Luftföroreningshalterna på de mest trafikerade gatorna påverkas också av gaturummens utformning. I Örebros innerstad uppgår trafikflödena till cirka 25 200 fordon per dygn (ÅDT) på vissa gator, däribland Hertig Karls allé, Rudbecksgatan och Östra Bangatan.

Örebro kommun mäter sedan flera år luftkvaliteten avseende PM₁₀ och NO₂ i centrala Örebro med en mätstation i gatumiljö vid Rudbecksgatan samt en mätstation för urban bakgrund i takhöjd på Rådhuset. Luftkvaliteten 2023 överskrider halterna av dygnsmedelvärde gällande NUT för PM₁₀. Halterna av NO₂ ligger, enligt indikativa mätningar, under NUT. Modellering visar dock att högre halter kan förekomma [14]. Under 2024 överskreds dygnsmedelvärde för partiklar (PM₁₀) inom Örebro kommun, även om årsmedelvärde låg under NUT. Årsmedelvärde för kvävedioxid (NO₂) låg också under NUT [15]. Under 2025–2026 kommer kontinuerliga mätningar av partiklar (PM₁₀, PM_{2,5}) och kvävedioxid (NO₂) göras vid Rudbecksskolan i centrala Örebro [16].

Luftkvalitet: Normer, mål och nytt EU-direktiv

Regeringen har fastställt en luftkvalitetsförordning för utomhusluft (2010:477). Idag finns miljökvalitetsnormer (MKN) för tolv olika luftföroreningar till skydd för människors hälsa [4]. Vissa luftföroreningar har skadeverkan även med halter under MKN-nivån och med bland annat tanke på detta har miljökvalitetsmålet (MKM) ”Frisk luft” införts [17, 18].

Världshälsoorganisationen (WHO) tillhandahåller dessutom vetenskapligt baserade riktlinjer för luftföroreningar, med syftet att långsiktigt skydda människors hälsa [19]. För miljökvalitetsnormerna (2010:477) finns en övre och en nedre utvärderingströskel (ÖUT respektive NUT), som avgör vilken typ av kontrollmetod som krävs - exempelvis mätning, modellberäkning eller objektiv skattning. Om halterna överskrider NUT, ställs krav på mer omfattande mätningar. Kravet på antal mätstationer styrs också av befolkningstäthet och uppmätta halter i förhållande till NUT, ÖUT och normvärdet [4, 20].

Ett nytt EU-direktiv, Direktiv (2024/2881) om luftkvalitet och renare luft i Europa, har antagits och börjar gälla i december 2026. Det ersätter nuvarande direktiv och innebär skärpta normvärden som ska uppnås senast år 2030 (MKN 2030). Bland annat sänks normvärdena för partiklar och NO₂, och ett dygnsmedelvärde införs för PM_{2,5}. Regleringen förenklas också genom att endast en tröskelnivå per förorening kommer att användas, i stället för separata NUT och ÖUT. Gällande norm- och riktvärden samt kommande normvärden redovisas i tabell 1.

Förutom dessa normer och direktiv omfattas luftens kvalitet även av de Svenska miljömålen Frisk luft och God bebyggd miljö [21].

Tabell 1. Norm- och riktvärden för PM₁₀, PM_{2,5} samt NO₂.

Norm- och riktvärden (µg/m ³)							
Ämne	Medelvärde	MKN	NUT	ÖUT	MKN 2030	MKM	WHO
PM₁₀	År	40	20	28	20	15	15
	Dygn	50 ^A	25 ^A	35 ^A	45 ^B	30 ^A	45 ^C
PM_{2,5}	År	25	12	17	10	10	5
	Dygn	-	-	-	25 ^B	25 ^G	15 ^C
NO₂	År	40	26	32	20	20	10
	Dygn	60 ^D	36 ^D	48 ^D	50 ^B	-	25 ^C
	Timme	90 ^E	54 ^F 100 ^B	72 ^F 140 ^B	200 ^G	60 ^F	200 ^H

^A Får inte överskridas mer än 35 gånger under ett kalenderår.

^B Får inte överskridas mer än 18 gånger under ett kalenderår.

^C Får inte överskridas mer än 3–4 gånger under ett år.

^D Får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår.

^E Får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

^F Får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår.

^G Får inte överskridas mer än 3 gånger per kalenderår.

^H Får inte överstiga 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger under ett kalenderår.

Hälsopåverkan av luftföroreningar

Luftföroreningar är ett stort miljöhälsoproblem som är kopplat till flera olika hälsoeffekter, främst hjärt- och kärlsjukdom, lungsjukdom och cancer. Det finns ingen fastställd säker nivå av luftföroreningar där hälsoeffekter helt uteblir [22]. Barn och foster är speciellt sårbara eftersom deras lungor och immunförsvar är under utveckling. Barn andas även in en större luftvolym i förhållande till sin kroppsvikt jämfört med vuxna. De är dessutom mer aktiva utomhus, vilket betyder att de får i sig mer föroreningar per kroppsvolum [23, 24]. Forskning har visat att mycket små barn har en långsammare rensningshastighet i lungornas djupa regioner, vilket gör att partiklar stannar kvar längre. Det leder till att partikelmängden i deras lungor kan vara två till fyra gånger högre än hos vuxna [25]. Studier har även visat att utvecklingen av barns lungfunktion kan hämmas av luftföroreningar. Det finns också en ökad risk att barn drabbas av astma, att astmasymtom förvärras samt att andra luftvägssjukdomar utvecklas om de växer upp i områden med dålig luftkvalitet [26]. Barn som bor eller går i skola i områden med höga halter av luftföroreningar har oftare symptom från luftvägarna, såsom nattlig hosta eller pipande och väsande andning [24, 27]. Flera nya studier pekar också på att luftföroreningar påverkar hjärnans utveckling hos barn. Det innebär bland annat att barnens kognitiva utveckling påverkas, vilket omfattar språk, minne, perception, tänkande, inläring och kreativitet [26, 28]. Nyare studier visar också att det finns stöd för att exponering för luftföroreningar under graviditeten kan påverka fosterutvecklingen. Man har även sett en ökad risk för låg födelsevikt, för tidig födelse och plötslig spädbarnsdöd [23, 29, 30].

Äldre personer och personer med befintliga lungsjukdomar, hjärt-kärlsjukdomar eller nedsatt immunförsvar är också särskilt känsliga för luftföroreningar. Hos äldre kan exponering för partiklar och gaser leda till försämrad lungfunktion, ökad risk för hjärtinfarkt, stroke och förvärrade kroniska sjukdomar som KOL och astma [27]. Forskning har också visat att äldre personer som utsätts för luftföroreningar löper större risk att drabbas av demens, särskilt vid samtidig hjärt-kärlsjukdom [31]. Astmatiker är särskilt utsatta eftersom luftföroreningar kan utlösa astmaanfall och förvärra symtom, medan personer med redan nedsatt lungkapacitet kan få svårare andningsbesvär även vid relativt låga halter av föroreningar [22, 27].

Luftburna partiklar kan ha olika egenskaper beroende på storlek och kemisk sammansättning. De kan bestå av komplexa blandningar av olika ämnen och där storleken varierar mellan några få nanometer till 100-tals mikrometer. PM₁₀ och PM_{2,5} är inandningsbara partiklar med en diameter under 10 respektive 2,5 mikrometer, där PM_{2,5} är tillräckligt små för att tränga djupt ner i lungorna och nå lungblåsorna. PM₁-partiklar är små nog att passera lungornas vävnader och vidare ut i blodomloppet. Där kan de sedan cirkulera runt i kroppen och orsaka systemiska hälsoeffekter [32]. PM₁ har en större yta jämfört med större partiklar som PM_{2,5} och PM₁₀, och binder oftare olika kemikalier till ytan [33]. Till skillnad från PM_{2,5} och PM₁₀ finns inget norm- eller riktvärde för PM₁. Forskning indikerar dock att varje ökning av PM₁-nivåerna med 10 µg/m³ kan leda till en förhöjd risk för flera negativa hälsoeffekter, såsom påverkan på luftvägarna och hjärt-kärlsjukdomar [34, 35].

Höga nivåer av NO₂ påverkar människors hälsa negativt både på kort och på lång sikt. Det är främst andningsorganen som påverkas varför astmatiker och barn är särskilt känsliga [36].

WHO:s bedömning är att halten av NO₂ i utomhusluft långsiktigt behöver ligga under 10 µg/m³ för att helt skydda befolkningens hälsa. Denna nivå är betydligt lägre än både nuvarande miljö kvalitetsnorm och Sveriges miljömål [19].

Renare luft – bättre hälsa och minskade kostnader för samhället

Luftföroreningar påverkar folkhälsan negativt och bidrar till sjukdomar som rör lungor, hjärta, blodcirkulation och andra kroniska tillstånd. I Sverige orsakar luftföroreningar uppskattningsvis 6 700 förtida dödsfall per år, och den samhällsekonomiska kostnaden för hälsopåverkan, inklusive vård och produktionsbortfall, bedöms till cirka 168 miljarder kronor per år [37].

Forskning har visat tydliga samband mellan luftföroreningar och sjukdomar som orsakar frånvaro, även om exakt omfattning av svenska fall ännu inte har kvantifierats [37, 38]. Men i en studie såg man att fyra procent av korttidsfrånvaron bland yrkesverksamma i Stockholms stad kunde kopplas till halter av PM_{2,5} [39]. Unga vuxna med astma har visat sig ha högre sjukfrånvaro, och barn med luftvägsbesvär är ofta hemma från förskola och skola, vilket även kan leda till ökat behov av omvårdnad för vårdnadshavare [38, 40-42].

Även små förbättringar av luftkvaliteten kan ge mätbara hälsofördelar, såsom minskad risk för hjärtinfarkt, stroke och kroniska lungsjukdomar samt minskning av förtida dödsfall och färre astmafall hos barn [43, 44]. Till och med mindre minskningar av luftföroreningshalterna kan därför bidra till att färre sjukdomsfall uppstår, vilket i sin tur minskar kostnaderna för samhället genom färre sjukskrivningar, mindre vårdbehov och reducerat vård av barn (VAB)-behov. Renare luft innebär alltså både bättre hälsa, ökad livskvalitet och ekonomiska besparingar för samhället.

Grönska i stadsmiljö – en viktig resurs för renare luft och ökad livskvalitet

Grönska i form av träd och buskar spelar en viktig roll för att förbättra luftkvaliteten i urbana miljöer. Vegetationen binder luftföroreningar som partiklar och gaser, och forskning visar att ökad grönska leder till lägre halter av skadliga ämnen i luften [45-47]. Växter påverkar även luftflöden, vilket kan bidra till att skydda känsliga miljöer från föroreningar, exempelvis skolgårdar och andra vistelsezoner [48, 49].

Det är framför allt de stora träden som står för de mest betydelsefulla ekosystemtjänsterna i stadsmiljön. Genom sin storlek och struktur bidrar de till effektiv luftrening och reglering av mikroklimat [50, 51]. Deras stora bladverk ger också skugga, vilket mildrar effekterna av värmeböljor, samtidigt som rotsystemen bromsar och absorberar regnvatten. Dessa funktioner är avgörande för att skapa en mer motståndskraftig och människovänlig stad. Därför är det viktigt att bevara befintliga träd med stor krona och rotvolym, samt att nyplantera i god tid eftersom det tar tid innan träden växer sig stora och ger dessa ekosystemtjänster [51, 52]. För att dessa tjänster ska bestå över tid är det också viktigt att välja trädarter som är väl anpassade till platsens klimat, markförhållanden och framtida utveckling samt ge plats till träden i staden [53, 54].

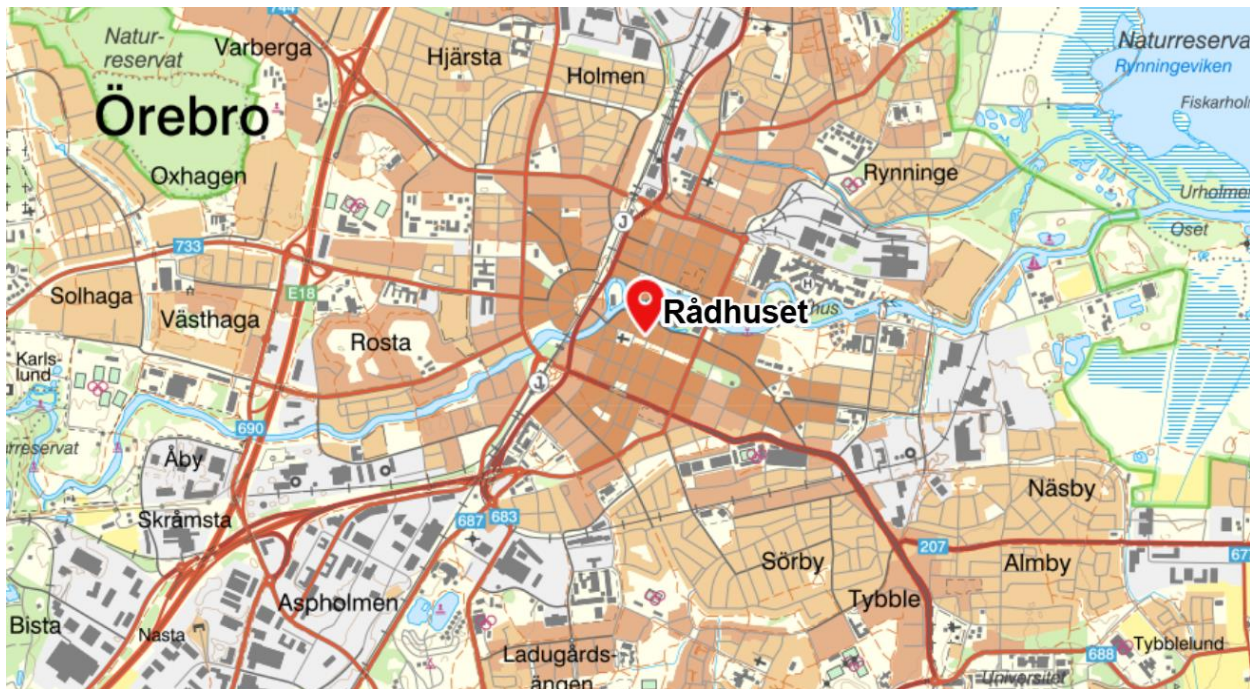
I områden där utrymmet är begränsat kan buskar och klätterväxter vara ett bra komplement för att förbättra luftkvaliteten [55]. Samtidigt måste grönskan planeras utifrån platsens förutsättningar. I trånga stadsmiljöer kan stora träd påverka luftcirkulationen negativt, vilket i vissa fall kan leda till förhöjda halter av gasformiga föroreningar som kvävedioxid (NO_2) [47].

Grönska bör därför ses som en del av ett bredare åtgärds paket för att skapa hälsosammare och mer hållbara städer [11]. Utöver miljönyttan bidrar grönskan även till ökad livskvalitet genom att dämpa buller, främja fysisk aktivitet och stödja återhämtning [56, 57].

Metod

Studiedesign och mätplatser

Studiens huvudsyfte var att undersöka exponeringen för partiklar i olika storleksfraktioner (PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁) samt kvävedioxid (NO₂) i utomhusluften i Örebro. Parallellt mättes även temperatur och relativ luftfuktighet. Mätningarna genomfördes vid Rådhuset, beläget på Stortorget i centrala Örebro, under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025, se figur 1. Lokaliseringen för luftkvalitetsmätningen skedde i samråd med Örebro kommun.

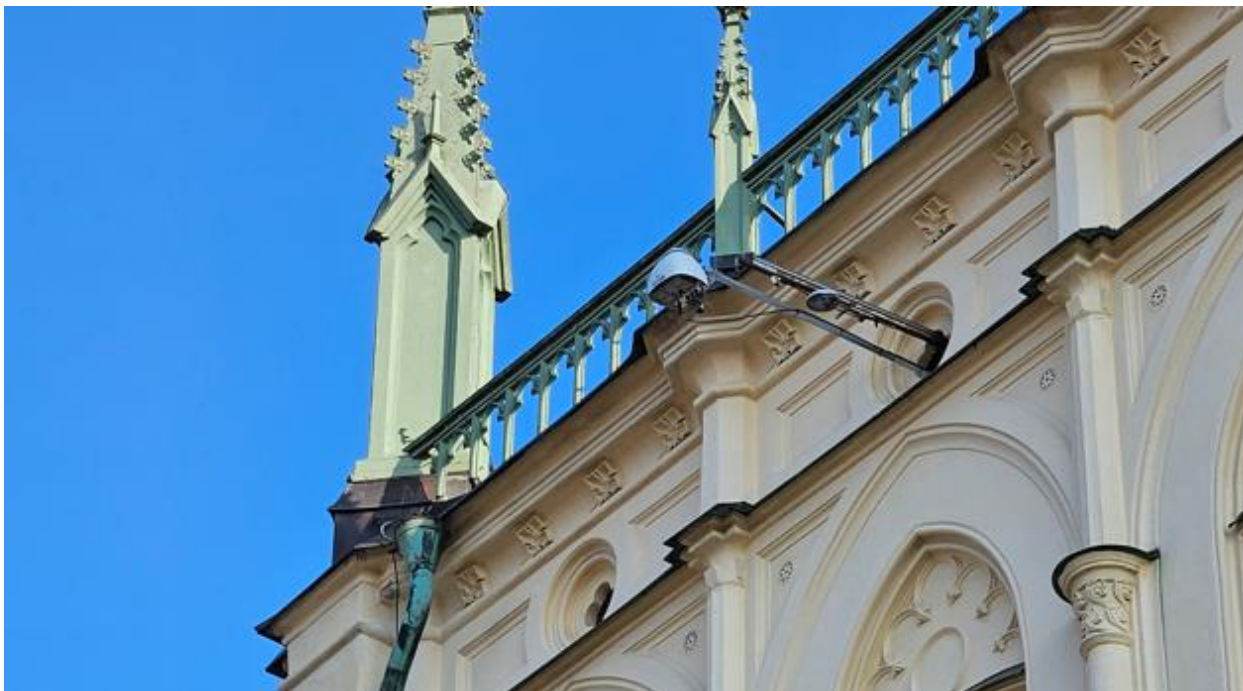


Figur 1. Karta över centrala Örebro med Rådhuset markerat. Karta: Lantmäteriet.

Mätutrustning och placering

Mätning av PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, NO₂, temperatur och relativ luftfuktighet utfördes med hjälp av instrumentet Kunak AIR Pro (Kunak Technologies SL). Instrumentet möjliggör realtidsövervakning genom kontinuerlig datainsamling var femte minut. De insamlade uppgifterna överförs automatiskt till den digitala plattformen Kunak Cloud för åtkomst och vidare analys.

Kunak AIR Pro monterades på en ställning och placerades i taknockshöjd på Rådhuset i centrala Örebro, se figur 2. Tillgång till el var en avgörande faktor vid val av placering av instrumentet.



Figur 2. Instrumentet Kunak AIR Pro installerat på Rådhuset i Örebro.

Mätprinciper

Kunak AIR Pro har särskilda sensorer för partiklar och NO₂. Partiklar mäts med en optisk partikelräknare (OPC-N3), vilket innebär att den mäter ljusspridningen från enskilda partiklar som transporteras i en provluftström genom en laserstråle. Partikelräknaren kan mäta partiklar från 0,3 µm upp till 40 µm. Elektronik i OPC-N3 tolkar ljussignalen för att bestämma partikelstorlek och koncentration för PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁ i enlighet med den metod som anges i europeiska standarden EN 481. Mätområdet för PM₁₀ är 0-10,000 µg/m³, för PM_{2,5} 0-2,000 µg/m³ och för PM₁ är det 0-1,000 µg/m³ [58, 59]. Mätning av NO₂ sker med en elektrokemisk sensor i mätområdet 0-5000 ppb och med en detektionsgräns på 2 ppb. Uppmätta halter NO₂ anges i enheten ppb och i µg/m³. Omräkningen till µg/m³ sker i Kunak Cloud och baseras på 20 °C och 1 atm [58, 59].

Vid bland annat hög kondens ogiltigförklaras partikeldata automatiskt i Kunak Cloud på grund av risk för felaktiga mätvärden. Dessa mätvärden är inte med i den slutgiltiga sammanställningen av data som ligger till grund för beräkningarna i denna rapport.

Under två tidsperioder uppstod tekniska störningar i partikelsensorn. Mätdata för PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁ från perioden 16 oktober till 28 oktober 2024 har exkluderats från de slutgiltiga analyserna och figurerna, på grund av bristande möjligheter till validering. Mätdata från den 12 juni 2025 till den 11 juli 2025 är inkluderade i de slutgiltiga beräkningarna. Efter noggrann granskning och validering bedöms dessa data vara tillförlitliga och visar inga tecken på systematiska fel eller avvikelser. Även data från perioden 12 juli till 31 augusti 2025 har uteslutits, då partikelsensorn hade nått sin tekniska livslängd och upphörde att registrera mätvärden. Däremot registrerade NO₂-sensorn kontinuerligt data under hela mätperioden, från 1 september 2024 till 31 augusti 2025. Trots att mätvärden för partiklar under vissa perioder

inte är inkluderade bedöms den totala sammanställningen ge en representativ bild av luftkvalitetssituationen.

Begränsningar i mätmetoden

Eftersom Kunak AIR Pro inte uppfyller de krav som ställs för kontroll av miljökvalitetsnormer enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2019:9), kan de mätresultat som presenteras i denna rapport inte användas för att verifiera efterlevnad av dessa normer [60]. Resultaten bör i stället ses som indikativa för halterna av PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ och NO₂.

Fältstudier har visat att prestandan i fält kan förväntas vara jämförbar med den hos instrumentet Palas Fidas 200 och liknande instrument [58]. I denna studie har instrumenten inte kalibrerats mot en referensmätstation. Dock visade instrumenten god överensstämmelse i uppmätta halter av partiklar och NO₂ under en parallellmätning som genomfördes mellan den 29 maj och 13 juni 2023.

Statistisk bearbetning

Årsmedelvärden är beräknade på de kontinuerligt uppmätta halterna för PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ och NO₂. Medel-, min- och maxvärden är beräknade genom att använda verktygen i Kunak Cloud för aggregering av data per timme alternativt per dygn.

För statistisk bearbetning, beräkningar och figurer har Kunak Cloud och Microsoft Excel 2016 använts.

Resultat

Nedan redovisas resultat från indikativa mätningar av utomhusluft vid Rådhuset i Örebro, genomförda under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025. Mätningarna av partiklar pågick endast till 11 juli 2025. Halter av PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ och NO₂ presenteras som årsmedelvärden, dygnsmedelvärden, timmedelvärden och momentana halter, samt hur nivåerna förändras över tid. Jämförelser mot norm- och riktvärden är gjort i de fall ett sådant finns. Temperatur och relativ luftfuktighet presenteras också som dygnsmedelvärden, se bilaga 1.

Årsmedelvärden

De årsmedelvärden som uppmätts för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂ i utomhusluften vid Rådhuset ligger under de norm- och riktvärden som anges i respektive MKN (PM₁₀: 40 µg/m³, PM_{2,5}: 25 µg/m³, NO₂: 40 µg/m³), MKN 2030 (PM₁₀: 20 µg/m³, PM_{2,5}: 10 µg/m³, NO₂: 20 µg/m³) samt MKM (PM₁₀: 15 µg/m³, PM_{2,5}: 10 µg/m³, NO₂: 20 µg/m³), se bilaga 2. Även NUT-värdena underskreds för samtliga ämnen (PM₁₀: 20 µg/m³, PM_{2,5}: 12 µg/m³, NO₂: 26 µg/m³).

Däremot överskreds WHO:s riktvärden för PM_{2,5} och NO₂ (5 µg/m³ respektive 10 µg/m³). PM_{2,5}-nivån är cirka 1 µg/m³ över WHO:s rekommendation, och det uppmätta årsmedelvärdet för NO₂ är nästan dubbelt så högt som det WHO anser vara helt skyddande för vår hälsa.

De högsta momentana halterna som uppmätts under året är: PM₁₀ – 320 µg/m³; PM_{2,5} – 270 µg/m³; PM₁ – 190 µg/m³; samt NO₂ – 150 µg/m³.

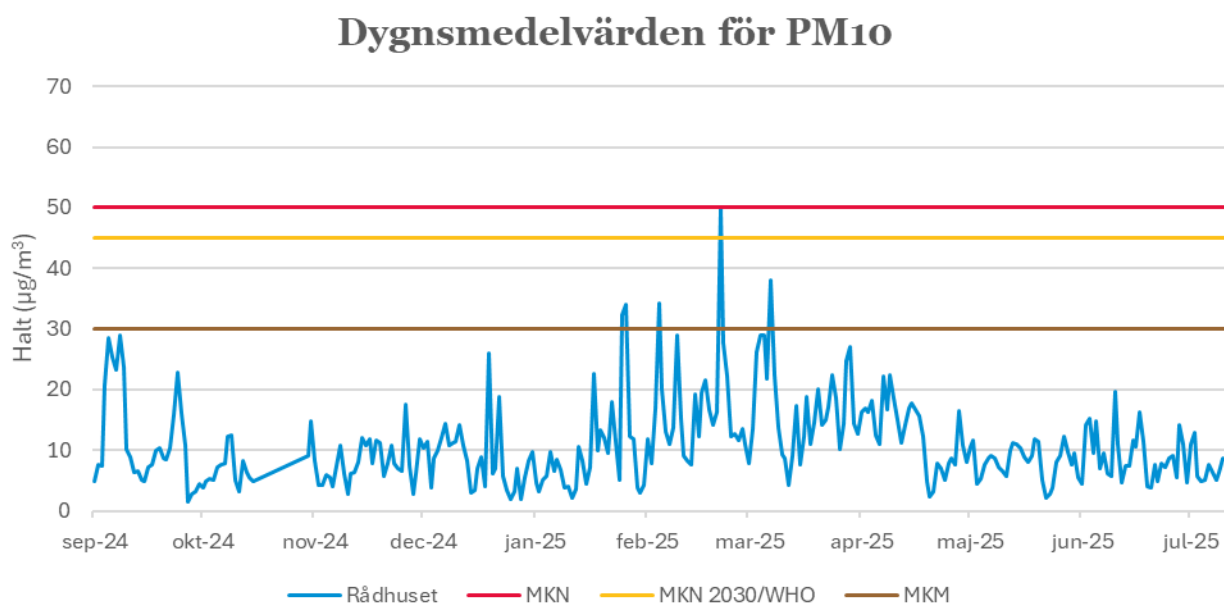
Dygnsmedelvärden

Flera uppmätta dygnsmedelvärden för PM₁₀ och PM_{2,5} överstiger de gällande norm- och riktvärdena, vilket framgår av figur 3 och 4. Både PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂ överskrider dessutom det antal dygn som enligt WHO:s riktvärden inte bör överstigas för att skydda hälsan.

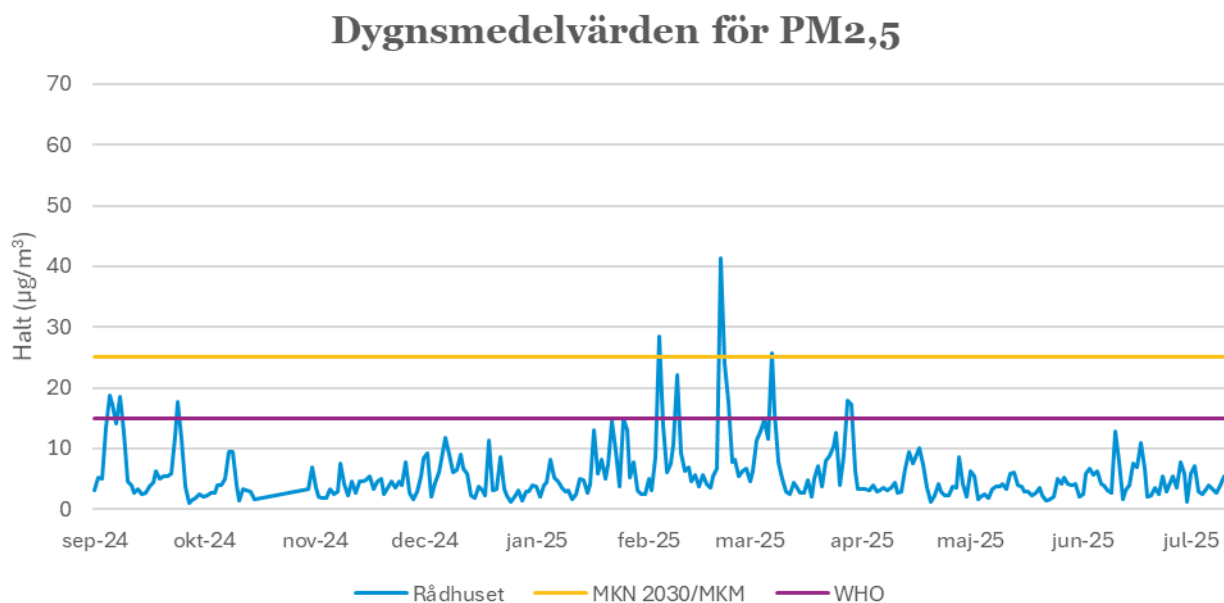
Dygnsmedelvärdena för PM₁₀ varierar mellan 1,6 och 50 µg/m³, se bilaga 4. Överskridanden har registrerats för samtliga norm- och riktvärden: MKN (50 µg/m³), MKN 2030 och WHO (båda 45 µg/m³), MKM (30 µg/m³), samt NUT (25 µg/m³) och ÖUT (35 µg/m³). Antalet dygn med överskridanden ligger under det tillåtna enligt norm- och riktvärden för samtliga utom för WHO:s riktvärde för PM₁₀, där halten överskridits under 15 dygn. WHO rekommenderar att högst 3 till 4 dygn får överskridas för att skydda hälsan.

Dygnsmedelvärdena för PM_{2,5} varierade mellan 1,0 och 41 µg/m³, se bilaga 3. Även här överskreds samtliga norm- och riktvärden: MKN 2030 och MKM (båda 25 µg/m³) samt WHO (15 µg/m³). Antalet dygn med överskridanden låg inom de tillåtna gränserna för MKN 2030 och MKN, men överskred WHO:s rekommendation, som anger att högst 3 till 4 dygn bör överstiga riktvärdet för att skydda folkhälsan. Totalt noterades 13 dygn med PM_{2,5}-halter över WHO:s riktvärde.

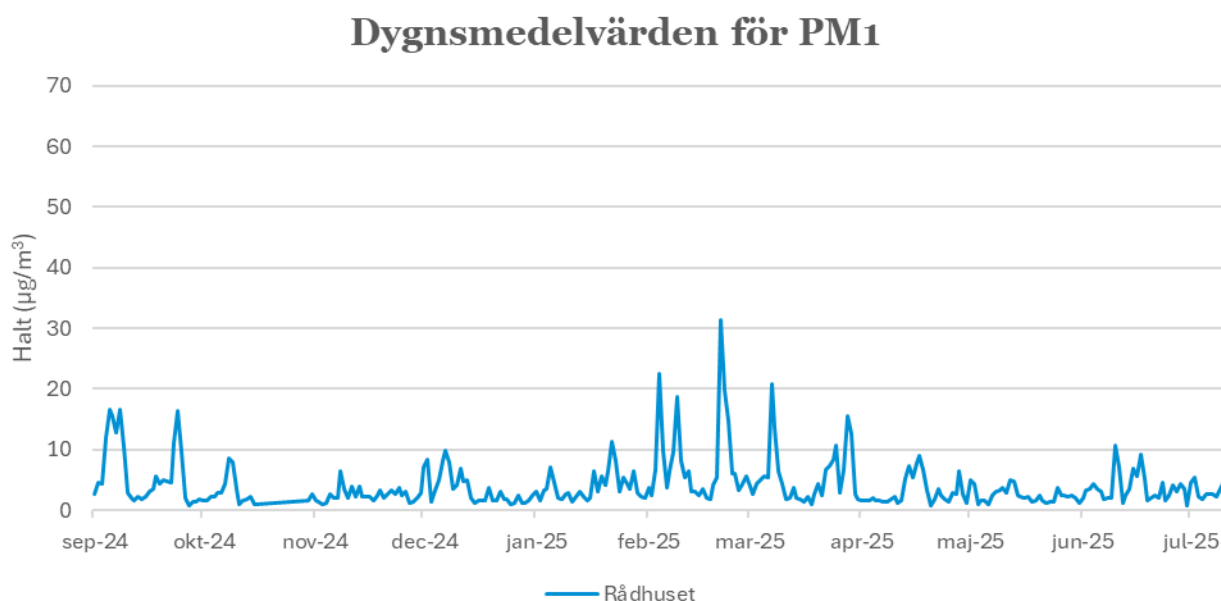
För PM₁ ligger dygnsmedelvärdena mellan 0,71 och 31 µg/m³, se figur 5 och bilaga 3. För närvarande finns inga officiella norm- eller riktvärden för PM₁.



Figur 3. PM10 dygnsmedelvärden vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Den röda linjen visar MKN ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), den gula visar MKN 2030 samt WHO:s riktvärde ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och den bruna MKM ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

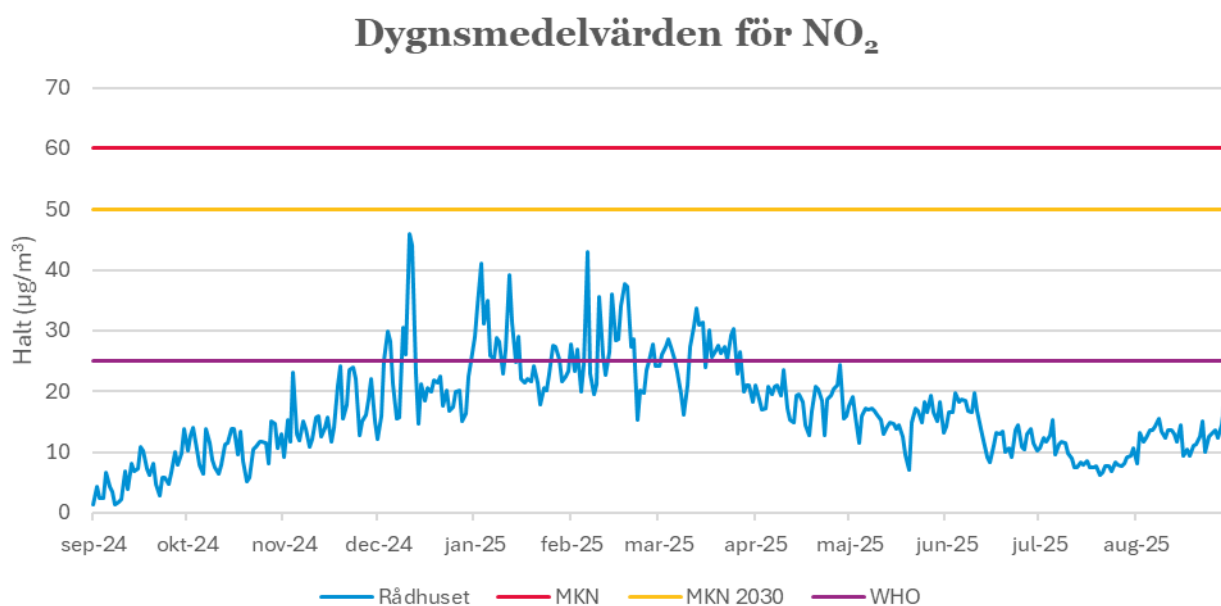


Figur 4. PM2,5 dygnsmedelvärden vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Den gula linjen visar MKN 2030 samt MKM ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och den lila visar WHO:s riktvärde ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 5. PM₁ dygnsmedelvärden vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Halterna anges i µg/m³.

Dygnsmedelvärden för NO₂ varierade mellan 1,4 och 46 µg/m³, se bilaga 3. Norm- och riktvärden underskreds enligt: MKN 2030 (50 µg/m³), MKN (60 µg/m³) och ÖÖT (48 µg/m³). Dock överskreds NUT (36 µg/m³) och WHO:s riktvärde (25 µg/m³), se figur 6. Antalet dygn som överskrider NUT är 7, och tröskeln är också satt till 7 dygn. WHO:s riktvärde överskreds under 58 dygn. För att skydda hälsan bör detta riktvärde inte överskridas mer än tre till fyra dygn under ett kalenderår.



Figur 6. NO₂ dygnsmedelvärden vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025. Den röda linjen visar MKN (60 µg/m³), den gula visar MKN 2030 (50 µg/m³) och den lila visar WHO:s riktvärde (25 µg/m³). Halterna anges i µg/m³.

Timmedelvärden

Timmedelhalterna för NO₂ varierar mellan 0 och 88 µg/m³, se bilaga 3. Riktvärdet för MKM (60 µg/m³) samt NUT (54 µg/m³) och ÖUT (72 µg/m³) överskreds, se tabell 2. Dessa överskridanden låg dock inom det tillåtna antalet timmar som får överskridas per kalenderår. Varken MKN (90 µg/m³), MKN 2030 eller WHO:s riktvärde (båda 200 µg/m³) överskreds.

Tabell 2. Antal överskridanden av MKN, NUT, ÖUT samt MKM för NO₂ (timmedelvärden) vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025.

Överskridanden av norm- och riktvärden för NO ₂ timmedelvärden					
MKN (µg/m ³)	Överskridanden av MKN (tim)	Tröskelvärde (NUT/ÖUT µg/m ³)	Överskridanden av NUT/ÖUT (tim)	MKM (µg/m ³)	Överskridanden av MKM (tim)
90	0	54 (NUT)	57	60	39
		72 (ÖUT)	15		
		100 (högre NUT)	0		
		140 (högre ÖUT)	0		

Variationer i halter av partiklar och kvävedioxid

Figurerna nedan sammanfattar timmedelhalter och visar hur dessa varierar beroende på veckodag, tid på dygnet och månad. Det som presenteras nedan är medelvärdet av timmedelhalterna.

PM₁₀-halterna varierar både över dygnet och mellan veckodagar, se figur 7a. Halten stiger runt klockan 8 på morgonen och minskar först sent på kvällen, se figur 7b. Högst nivåer uppmättes under februari och mars, se figur 7c. De högsta timmedelhalterna förekommer på måndagar, tisdagar och fredagar, se figur 7d. Detta mönster bekräftas också i kalenderplottarna i bilaga 4.

PM_{2,5} visar variationer över veckan med skiftande nivåer mellan olika veckodagar, se figur 8a. Sammanställs alla dagar framträder ett mönster där halterna generellt är högre under natten och tidig morgon, och lägre på eftermiddagen, särskilt mellan klockan 12 och 18, se figur 8b. De högsta nivåerna uppmäts i februari och mars, se figur 8c. Veckovis är fredagar de dagar med högst genomsnittliga timvärden, se figur 8d, vilket även bekräftas i kalenderplottarna i bilaga 5.

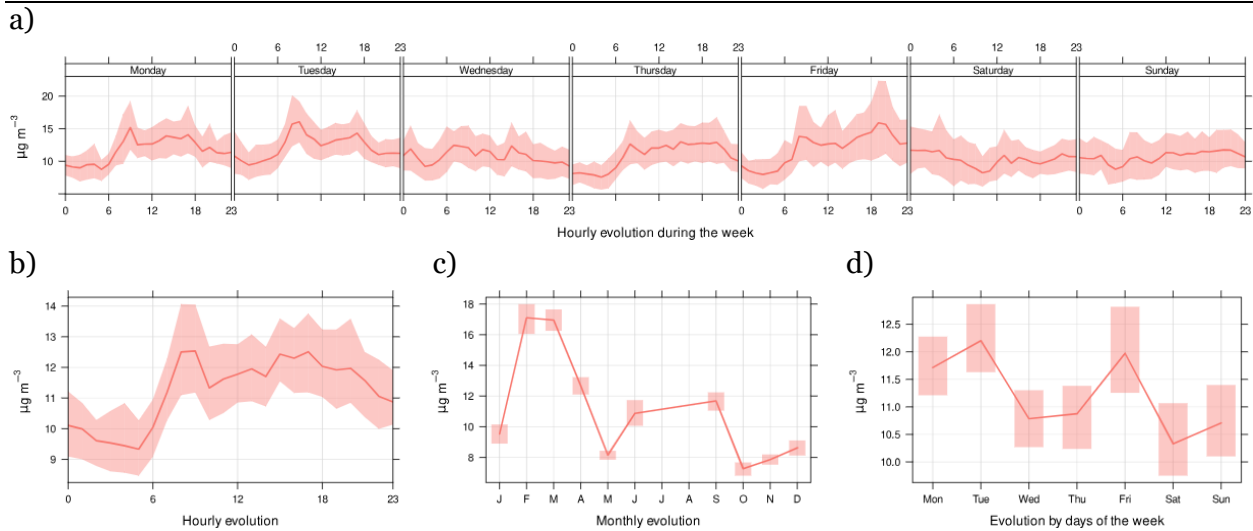
PM₁ uppvisar liknande dygnsvariationer som PM_{2,5}, med högre halter under natt och morgon och lägre nivåer på eftermiddagen, se figur 9a-b. De högsta timmedelhalterna observeras i februari, mars och september, se figur 9c. Fredagar har de högsta genomsnittliga timvärdena, vilket även framgår av kalenderplottarna i bilaga 6.

NO₂ varierar också med veckodag, tid på dygnet och månad, se figur 10a och 10b. De högsta nivåerna uppmäts på förmiddagar under vardagar (måndag–fredag), medan denna topp saknas under helgerna. De högsta NO₂-koncentrationerna förekommer under årets kallaste månader, särskilt i januari, februari och mars, se figur 10c. Liknande mönster framgår i kalenderplottarna i bilaga 7. Veckodagsvis är halterna högst måndag till fredag och lägst på lördagar och söndagar, se figur 10d.

Identifierade mönster i exponeringen

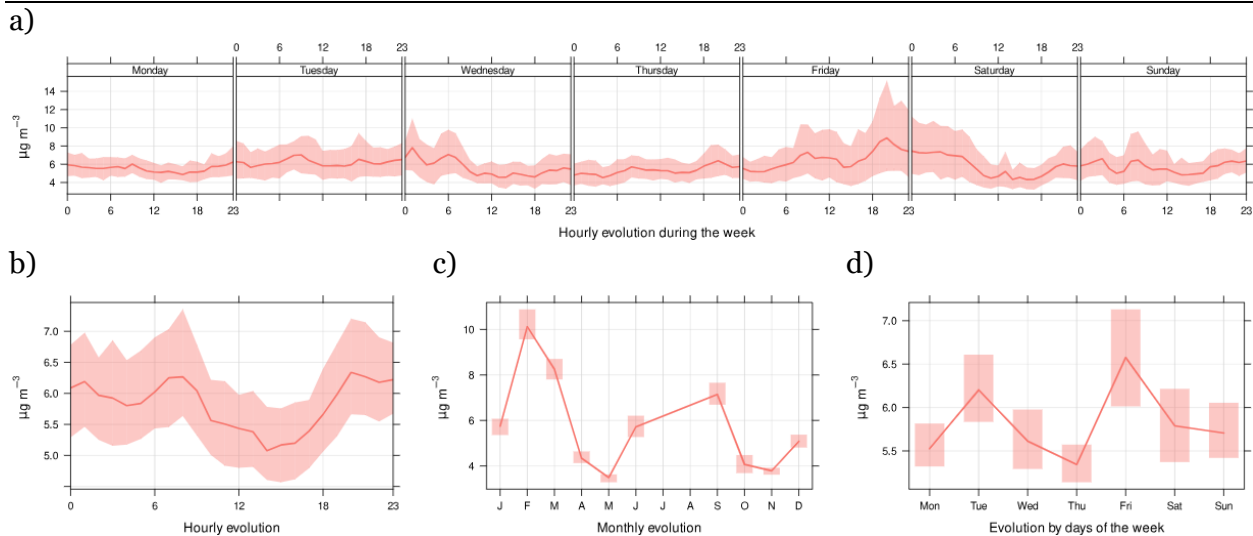
Halterna av PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ och NO₂ följer generellt likartade mönster över dygn, vecka och år. Samtliga ämnen uppvisar högre nivåer under morgon- och kvällstid, medan koncentrationerna är lägre under eftermiddagstimmarna. Ett undantag är PM₁₀, som har relativt stabila halter under eftermiddag och kväll. PM₁₀ och NO₂ visar generellt högre halter på vardagar jämfört med helger, medan PM_{2,5} och PM₁ uppvisar större variation mellan veckodagarna. Årsvariationen präglas av att NO₂ når sina högsta nivåer under vinter och tidig vår, särskilt i januari, februari och mars. Partikelhalterna kulminerar också under vinter och tidig vår, främst i februari och mars. NO₂ uppvisar ett tydligt säsongsmönster som delvis sammanfaller med variationerna i partikelhalter.

Timmedelhalter för PM10 vid Rådhuset



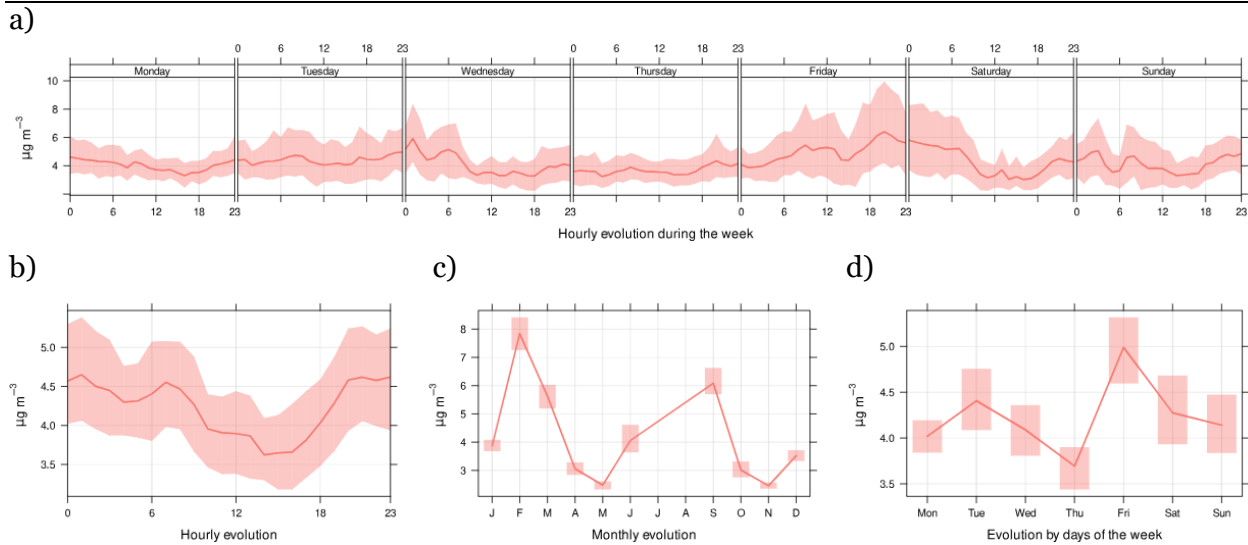
Figur 7a-7d. Variationer i PM10-halter vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Diagrammen visar medelvärdet för timmedelhalter och 95-procentigt konfidensintervall. Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Timmedelhalter för PM2,5 vid Rådhuset



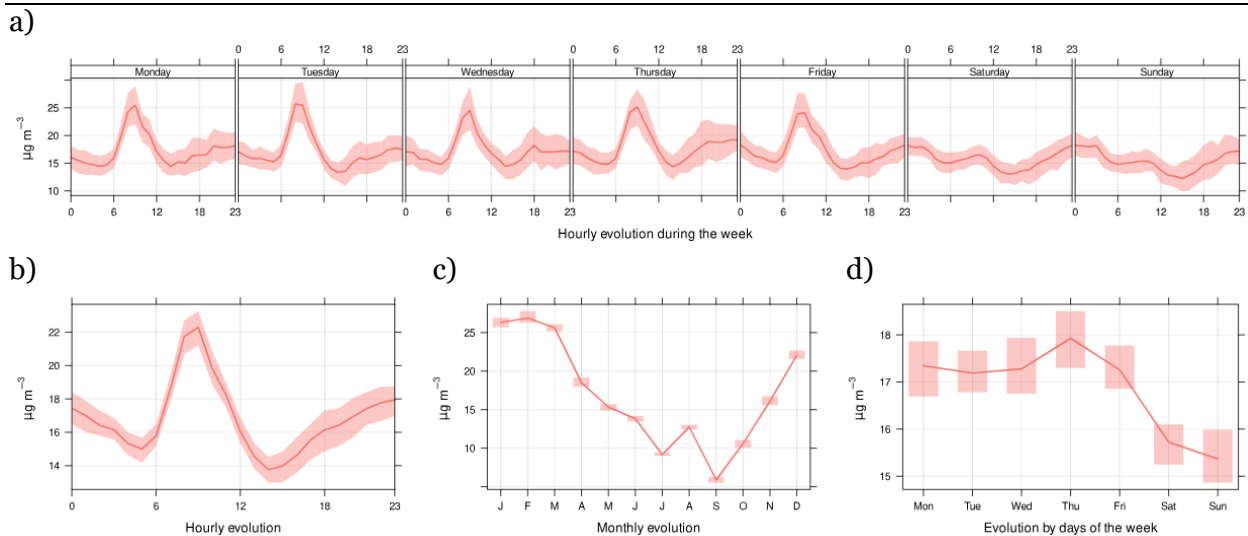
Figur 8a-8d. Variationer i PM2,5-halter vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Diagrammen visar medelvärdet för timmedelhalter och 95-procentigt konfidensintervall. Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Timmedelhalter för PM1 vid Rådhuset



Figur 9a-9d. Variationer i PM₁-halter vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Diagrammen visar medelvärdet för timmedelhalter och 95-procentigt konfidensintervall. Halterna anges i µg/m³.

Timmedelhalter för NO₂ vid Rådhuset

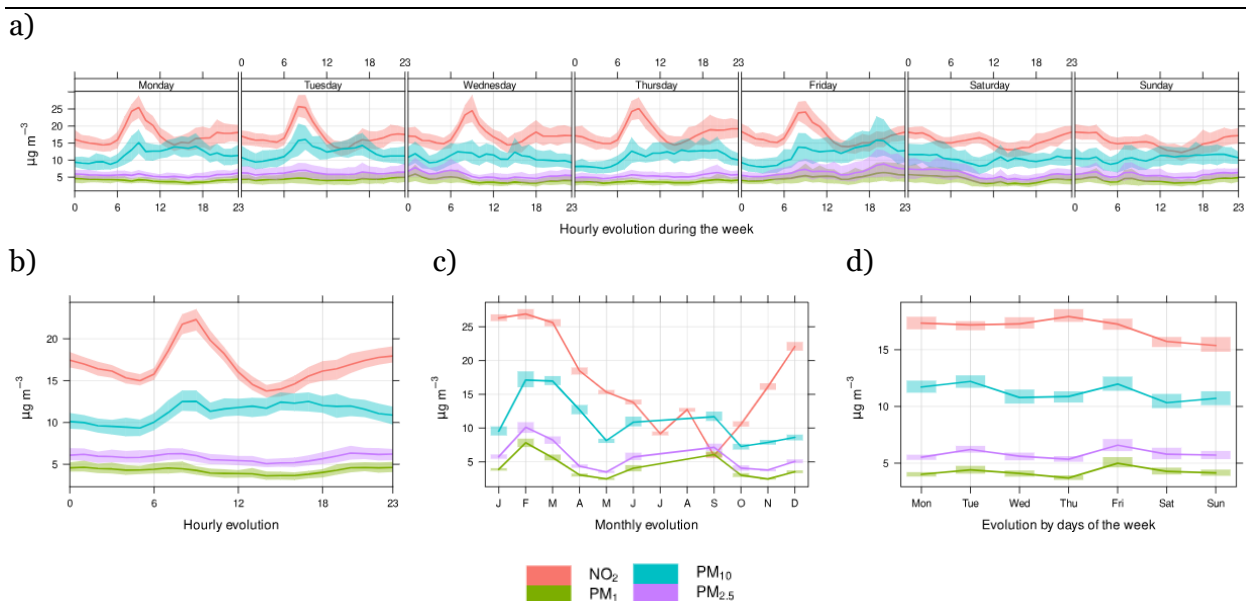


Figur 10a-10d. Variationer i NO₂-halter vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025. Diagrammen visar medelvärdet för timmedelhalter och 95-procentigt konfidensintervall. Halterna anges i µg/m³.

Samband mellan variationer av partikel- och kvävedioxidhalter

Halterna av samtliga uppmätta partiklar (PM₁₀, PM_{2,5} och PM₁) följer samma utveckling under perioden från 1 september 2024 till 11 juli 2025, se figur 11. De olika partikelfraktionerna visar ofta samtidigt förhöjda nivåer och liknande variationer över tid. I figurerna framgår också att kurvorna för PM_{2,5} och PM₁ ofta ligger mycket nära varandra, ibland nästan sammanfaller, där PM_{2,5} generellt ligger endast marginellt högre än PM₁. Samvariation kan även ses mellan partiklar och NO₂.

Variationer av timmedelhalter för PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ och NO₂ vid Rådhuset

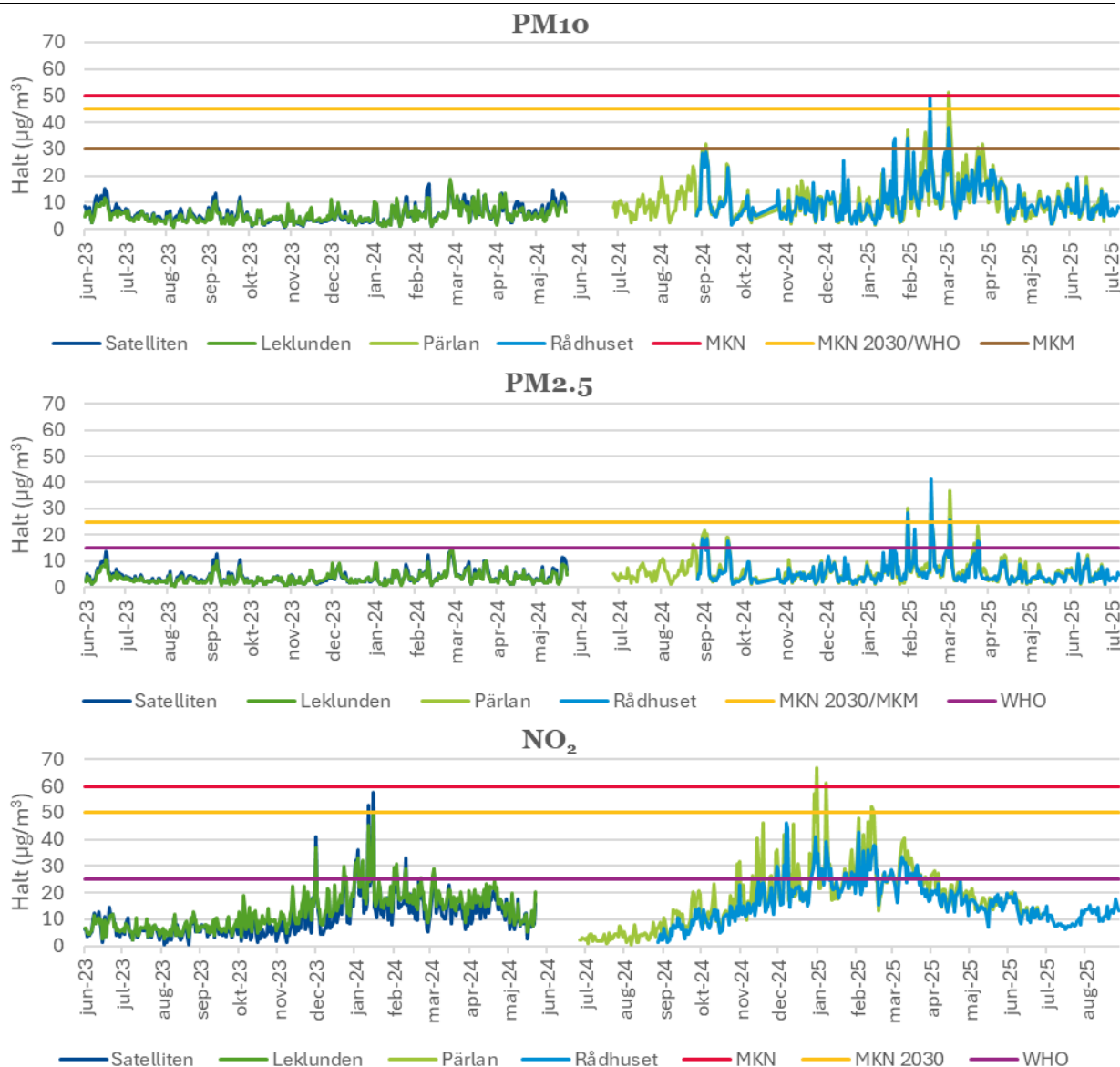


Figur 11a-11d. Variationer i PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ och NO₂-halter vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025*. Diagrammen visar medelvärdet för timmedelhalter och 95-procentigt konfidensintervall. Halterna anges i µg/m³.

Årsvariationer av dygnsmedelhalter

Dygnsmedelhalterna för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂, uppmätta från början av 2024 och cirka ett år framåt, är betydligt högre än halterna på Satellitens och Leklundens förskolegårdar i Örebro under mätperioden 2023 till 2024 [1], se figur 12. Nivåerna vid Rådhuset visar dessutom en tydlig samvariation med nivåerna på Pärlands förskolegård i Karlskoga [2]. På båda platserna förekommer överskridanden av norm- och riktvärden. Detta tyder på att luftföroreningsnivåerna i stor utsträckning påverkas av yttre, regionala källor snarare än av lokala utsläpp från trafik och industri.

Årsvariationer 2023 till 2025



Figur 12. Dygnsmedelvärden för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂ den 5 juni 2023 till 27 maj 2024 på Satellitens och Leklundens förskolegårdar i Örebro. Dygnsmedelvärden för Rådhuset är från den 1 september 2024 till 31 augusti 2025 (till den 11 juli 2025 för partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5})) och från förskolan Pärlands gård i Karlskoga den 1 juli 2024 till 30 juni 2025.

Diskussion

Indikativa mätningar vid Rådhuset i centrala Örebro mellan september 2024 och augusti 2025 visar att luftkvaliteten formellt uppfyller svenska miljökvalitetsnormer men överskrider Världshälsoorganisationens (WHO) rekommenderade nivåer för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂. Detta innebär en hälsorisk enligt WHO:s kriterier, särskilt för känsliga grupper som barn, äldre och personer med olika sjukdomar.

För PM₁₀ låg årsmedelvärdet under svenska miljökvalitetsnormer. Dygnsmedelhalterna överskred dock WHO:s hälsobaserade riktvärde vid 15 tillfällen, vilket är betydligt fler än den rekommenderade gränsen på högst tre till fyra dygn per år. PM_{2,5} uppvisade ett liknande mönster där årsmedelvärdet låg över WHO:s riktvärde men under den svenska normen. Överskridanden av dygnsmedelvärdet förekom under 13 dygn, främst under vinter- och vårmånaderna. För PM₁ saknas i dagsläget officiella gränsvärden. Årsmedelvärdet för NO₂ låg under den svenska normen men nästan dubbelt över WHO:s rekommenderade nivå. Dygnsmedelhalterna överskred WHO:s riktvärde under 58 dygn, under perioden december till mars. Sammantaget visar resultaten att luftkvaliteten i centrala Örebro överskrider WHO:s riktlinjer för en hälsosam utomhusmiljö. Eftersom resultaten grundas på indikativa mätningar är de inte direkt jämförbara med lagstadgade gränsvärden, men de ger en tillförlitlig indikation på den lokala luftkvaliteten.

Halterna varierar tydligt mellan olika tider på dygnet, veckodagar och årstider, med högre nivåer under morgnar, vardagar och kalla månader. Variationerna kan bero på högre föroreningshalter vid tider med mycket trafik och vid kallare väder när behovet av uppvärmning ökar. PM₁₀ uppkommer bland annat vid slitage på vägbanor, medan mindre partiklar och NO₂ bildas vid olika typer av förbränning [6-8]. Partikelfraktionerna uppvisar en tydlig samvariation, där PM_{2,5} och PM₁ följer nästan identiska mönster, och ett liknande samband ses även mellan PM₁₀ och NO₂. Jämförelser med tidigare mätningar visar att dygnsmedelhalterna vid Rådhuset är betydligt högre än motsvarande nivåer vid förskolorna Satelliten och Leklunden i Örebro under 2023 till 2024, men liknar nivåerna på förskolan Pärkans gård i Karlskoga, mätt under 2024 till 2025. Detta tyder på att luftföroreningsnivåerna påverkas av en kombination av lokala, regionala och mer avlägsna källor, i samspel med rådande väderförhållanden, snarare än av enbart trafik eller industri i närområdet. Resultatet visar också att variationer mellan olika år kan förekomma, vilket också bekräftas av mätningar av regionala bakgrundsmätningar av luftföroreningar [61].

Eftersom människors exponering sker både utomhus och inomhus är ventilation och byggnaders placering viktiga faktorer. Inomhusluften påverkas ofta av utomhusluften, särskilt i byggnader med otillräcklig ventilation eller nära trafikerade vägar, vilket kan förstärka exponeringen.

För att främja en god luftkvalitet krävs fortsatt övervakning och aktiva åtgärder, där bevarande och utökning av grönska, särskilt stora träd, är en effektiv och viktig strategi. Träd fångar upp partiklar och andra luftföroreningar, bidrar till svalare mikroklimat och skapar en hälsosammare och mer trivsamt stadsmiljö. Vid stadsplanering bör hänsyn tas till grönområden och olika källor till luftföroreningar. Redan i planeringsstadiet kan datormodeller användas för

att simulera hur olika scenarier, till exempel närhet till vägar och utformning av bebyggelse, påverkar luftkvaliteten. Det finns många strategier som tillsammans kan bidra till en långsiktigt hållbar och hälsofrämjande miljö [45, 47, 52, 62, 63].

Det är avgörande att hålla föroreningshalterna låga, eftersom känsliga grupper som barn, äldre och personer med lungsjukdomar eller hjärt-kärlsjukdomar påverkas särskilt negativt av luftföroreningar. Barns lungor och immunsystem är fortfarande under utveckling, vilket gör dem extra mottagliga, medan äldre och redan sjuka riskerar försämrad lungfunktion, ökade hjärtbesvär och förvärrade symtom [22, 57, 64-66]. Studier har visat samband mellan luftföroreningar och ökad sjukfrånvaro. Forskningen visar också att även små minskningar av luftföroreningshalterna kan leda till färre sjukdomar som är kopplade till luftföroreningar. Detta leder i sin tur till minskade kostnader för samhället, bland annat genom minskade sjukskrivningar, färre vårdbesök och mindre behov av VAB [37-40, 67]. En förbättrad luftkvalitet bidrar till en bättre folkhälsa och livskvalitet, vilket understryker vikten av att föroreningsnivåerna hålls med god marginal till WHO:s hälsobaserade riktvärden.

Slutsats

Denna studie från Arbets- och miljömedicin syftar till att undersöka luftkvaliteten i Örebro och främja en hälsosam stadsmiljö. Resultaten visar att luftkvaliteten vid Rådhuset uppfyller svenska normer men överskrider WHO:s rekommenderade nivåer för PM₁₀, PM_{2,5} och NO₂, vilket enligt WHO innebär en hälsorisk. Eftersom inga säkra nivåer har fastställts är det viktigt att halterna hålls så låga som möjligt. För att skydda hälsan krävs fortsatt övervakning och konkreta insatser, bland annat satsningar på att bevara och öka grönskan, särskilt stora träd som bidrar till renare luft och en hälsosammare miljö.

Referenser

1. Arbets- och miljömedicin Region Örebro län, *Luftföroreningar vid två förskolor i Örebro*. 2025.
2. Arbets- och miljömedicin Region Örebro län, *Luftföroreningar på en förskolegård i Karlskoga*. 2025.
3. Klemetz, V., et al., *Nationell luftövervakning : Sakrapport med data från övervakning inom Programområde Luft t.o.m 2023*, in *C-rapport*. 2025, IVL Svenska Miljöinstitutet: Göteborg.
4. Naturvårdsverket, *Luftguiden. Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft. Version 4*. 2019, Bromma.
5. Naturvårdsverket, *Luft och miljö 2015 - Arktis*. 2015.
6. Naturvårdsverket. *Fakta om kväveoxider i luft*. [cited 2024-12-12].
7. Naturvårdsverket. *Fakta om partiklar i luft*. [cited 2024 -02-21]; Available from: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/luftfororeningar-och-dess-effekter/fakta-om-partiklar-i-luft-pm25-och-pm10/>.
8. Naturvårdsverket, *Luft & miljö – Partiklar. Om luftmiljö och svensk luftövervakning 2023*. 2023.
9. Karlsson N., E.H., *Samband mellan luftföroreningar och klimatfaktorer – En statistisk undersökning*, in *Halmstad Högskola, sektionen för ekonomi och teknik, SET Halmstad maj 2008 , Examensarbete i miljövetenskap,*. 2008.
10. Wallace, J. and P. Kanaroglou, *The effect of temperature inversions on ground-level nitrogen dioxide (NO₂) and fine particulate matter (PM_{2.5}) using temperature profiles from the Atmospheric Infrared Sounder (AIRS)*. *Sci Total Environ*, 2009. 407(18): p. 5085-95.
11. Xu, T., et al., *Temperature inversions in severe polluted days derived from radiosonde data in North China from 2011 to 2016*. *Sci Total Environ*, 2019. 647: p. 1011-1020.
12. *Night-time clues to pollution*. *Nature Geoscience*, 2023. 16(3): p. 193-193.
13. SLB-Analys, *Förslag på mätprogram för samverkansområde tätortsluft i Örebro och Värmlands län*. 2021: Stockholm.
14. Örebro kommun, *Objektiv skattning av luftkvaliteten 2023 - Örebro kommun*. BOM 123/2024 (24-06-14), 2024.
15. Örebro kommun, *Objektiv skattning av luftkvaliteten 2024 - Örebro kommun*. 2025.
16. Örebro kommun, *Kontrollstrategi för luftkvalitet i Örebro kommun 2025-2026*. 2025.
17. Naturvårdsverket, *Frisk luft - Fördjupad utvärdering av miljömålen 2023*. RAPPORT 7067 | NOVEMBER 2022. 2022, Bromma.
18. Naturvårdsverket, *Frisk luft*, in *Underlagsrapport till den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2019. En sammanfattning*. 2019: Bromma.
19. World Health Organization (WHO), *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. 2021, Geneva.
20. Naturvårdsverket, *Luftguiden- Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, version 4*. . 2019.
21. Naturvårdsverket. *Sveriges miljömål*. Available from: <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/>.
22. Arbets- och miljömedicin Region Örebro län, *Miljö och hälsa 2018 - Regional miljöhälsorapport för Södermanlands, Värmlands, Örebro och Västmanlands län*. 2018.

23. Naturvårdsverket, S., *Om luftföroreningar och luftföroreningars effekter. Forskning för politiska beslut i Sverige och Europa*. 2013.
24. Centrum för arbets- och miljömedicin Stockholms Läns Landsting, *Luftföroreningar och hälsa*. 2006.
25. Ginsberg, G.L., B.P. Foos, and M.P. Firestone, *Review and analysis of inhalation dosimetry methods for application to children's risk assessment*. J Toxicol Environ Health A, 2005. 68(8): p. 573-615.
26. Naturvårdsverket, *Luft & miljö - Barns hälsa. Om luftmiljön och svensk luftövervakning*. 2017.
27. Centrum för arbets- och miljömedicin & Arbets- och miljömedicin Göteborg, *Luftföroreningar och hälsa. Faktablad*. 2018.
28. Brockmeyer, S. and A. D'Angiulli, *How air pollution alters brain development: the role of neuroinflammation*. Transl Neurosci, 2016. 7(1): p. 24-30.
29. Landrigan, P.J., et al., *The Lancet Commission on pollution and health*. Lancet, 2018. 391(10119): p. 462-512.
30. Institutet för miljömedicin, *Miljöhälsorapport 2017*, Folkhälsomyndigheten, Editor. 2017.
31. Grande, G., et al., *Association Between Cardiovascular Disease and Long-term Exposure to Air Pollution With the Risk of Dementia*. JAMA Neurology, 2020. 77(7): p. 801-809.
32. Valavanidis, A., K. Fiotakis, and T. Vlachogianni, *Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms*. J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev, 2008. 26(4): p. 339-62.
33. Delfino, R.J., C. Sioutas, and S. Malik, *Potential role of ultrafine particles in associations between airborne particle mass and cardiovascular health*. Environ Health Perspect, 2005. 113(8): p. 934-46.
34. Hu, Y., et al., *Influence of PM1 exposure on total and cause-specific respiratory diseases: a systematic review and meta-analysis*. Environmental Science and Pollution Research, 2022. 29(10): p. 15117-15126.
35. Wu, Q.Z., et al., *Ambient Airborne Particulates of Diameter $\leq 1 \mu\text{m}$, a Leading Contributor to the Association Between Ambient Airborne Particulates of Diameter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ and Children's Blood Pressure*. Hypertension, 2020. 75(2): p. 347-355.
36. Karolinska Institutet - Institutet för miljömedicin (IMM). *Kväveoxider 2014* [cited 2024 Februari 21]; Available from: <http://ki.se/imm/kvaveoxid>.
37. IVL Svenska Miljöinstitutet, G., M., Lindén, J., Forsberg, B., Åström, S. and Johansson, E., , *Quantification of population exposure to NO2, PM2.5 and PM10 and estimated health impacts 2019*. 2022.
38. Folkhälsomyndigheten, *Friskare luft ger friskare barn. Kunskapssammanställning om betydelsen av god luftkvalitet i förskole- och skolmiljö*. 2025.
39. Kriit, H.K., B. Forsberg, and J. Nilsson Sommar, *Increase in sick leave episodes from short-term fine particulate matter exposure: A case-crossover study in Stockholm, Sweden*. Environmental Research, 2024. 244: p. 117950.
40. Ekström, S., et al., *Asthma Is Associated With Increased Sickness Absence Among Young Adults*. J Allergy Clin Immunol Pract, 2024. 12(9): p. 2364-2371.e5.
41. Merghani, M.M., et al., *Asthma-related school absenteeism: Prevalence, disparities, and the need for comprehensive management: A systematic review and meta-analysis*. Dialogues in Health, 2025. 7: p. 100239.

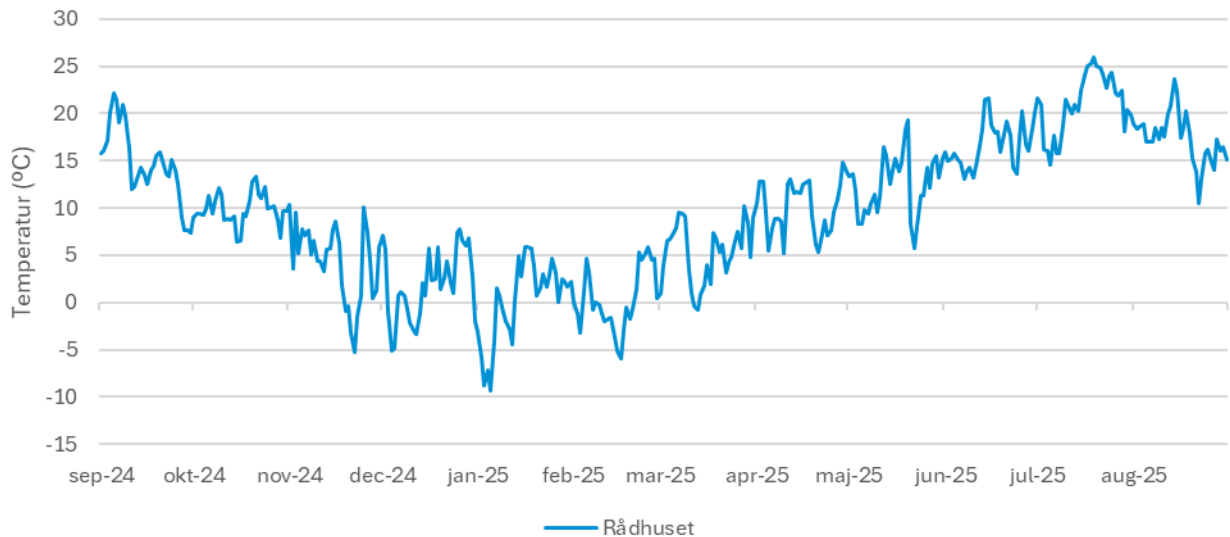
42. Sullivan, P., et al., *School absence and productivity outcomes associated with childhood asthma in the USA*. J Asthma, 2018. 55(2): p. 161-168.
43. Kilbo Edlund, K., et al., *High-resolution dispersion modelling of PM2.5, PM10, NOx and NO2 exposure in metropolitan areas in Sweden 2000–2018 – large health gains due to decreased population exposure*. Air Quality, Atmosphere & Health, 2024. 17(8): p. 1661-1675.
44. Oudin, A., E. Flanagan, and B. Forsberg, *Projected health benefits of air pollution reductions in a Swedish population*. Scandinavian Journal of Public Health. 0(0): p. 14034948241264099.
45. Gong, C., et al., *Role of urban vegetation in air phytoremediation: differences between scientific research and environmental management perspectives*. npj Urban Sustainability, 2023. 3(1): p. 24.
46. Vashist, M., T.V. Kumar, and S.K. Singh, *Assessment of air quality benefits of vegetation in an urban-industrial region of India by integrating air monitoring with i-Tree Eco model*. CLEAN – Soil, Air, Water, 2024. 52(7): p. 2300198.
47. Gustafsson, M.S.M., et al., *Well-planned greenery improves urban air quality - modelling the effect of altered airflow and pollutant deposition*. Atmospheric Environment, 2024. 338: p. 120829.
48. Janhäll, S., *Review on urban vegetation and particle air pollution - Deposition and dispersion*. Atmospheric Environment, 2015. 105: p. 130-137.
49. Girotti, C., et al., *A study on the impact of street trees on PM10 dispersion in urban areas using the Graz Lagrangian Model*. npj Clean Air, 2025. 1(1): p. 20.
50. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, *i-Tree Sverige. För strategiskt arbete med träds ekosystemtjänster*. 2020.
51. Sjöman H, S.J., Sjöman JD, Ericsson T, Gunnarsson A, Gustafsson EL, m.fl., *Träd i urbana landskap*, ed. S. AB. Vol. 1:a uppl. 2015.
52. Boverket. *Urbana träd och ekosystemtjänster*. 2019 [cited 2025-10-23].
53. Konarska, J., et al., *Surface paving more important than species in determining the physiology, growth and cooling effects of urban trees*. Landscape and Urban Planning, 2023. 240: p. 104872.
54. Sjöman H, W.H., Kelly L.J., Hirons A, Kainulainen K, Martin K.W. E, Antonelli A., *Resilient trees for urban environments: The importance of intraspecific variation*. PLANTS, PEOPLE, PLANET, 2024. Volume 6, (Issue 6): p. pp. 1180-1189.
55. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, J.H., *Vegetation som luftfilter i urban miljö*. 2011.
56. Folkhälsomyndigheten, *Lagom sol och mer grönska. Utemiljöer i förskola och grundskola som främjar barns hälsa*. 2024.
57. Folkhälsomyndigheten, *Grönskans kvaliteter och barns hälsa - Kunskapsunderlag om barns hälsa och utveckling vid vistelse i gröna miljöer med fokus på ekosystemtjänster*. 2024.
58. Kunak Technologies SL. *Kunak AIR Pro User Manual*. [cited 2025 Februari 4]; Available from: https://kunakair.com/doc/08.Manuals/html/Kunak_Air_Pro_UserManual_EN.html.
59. Kunak Technologies SL. *Datasheet Kunak Air*. [cited 2025 Januari 21]; Available from: <https://kunakair.com/air-quality-monitor/>.
60. Naturvårdsverkets författningssamling, *NFS 2019:9. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet*. 2019.
61. Naturvårdsverket, *Luft. Data och statistik inom luftområdet*.

62. Lindén, J., et al., *Hållbar stadsutveckling - god luftkvalitet i framtidens täta och gröna städer?*, in *C-rapport*. 2018, IVL Svenska Miljöinstitutet.
63. Boverket. *God luftkvalitet i stadsutveckling*. 2022 [cited 2025-11-27]; Available from: <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/halsa-forst/stadsmiljoer/luftkvalitet/>.
64. Yu, Z., et al., *Associations of improved air quality with lung function growth from childhood to adulthood: the BAMSE study*. *Eur Respir J*, 2023. 61(5).
65. Schultz, E.S., et al., *Traffic-related air pollution and lung function in children at 8 years of age: a birth cohort study*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012. 186(12): p. 1286-91.
66. Schultz, E.S., et al., *Early-Life Exposure to Traffic-related Air Pollution and Lung Function in Adolescence*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2016. 193(2): p. 171-7.
67. Yang, F., et al., *Caregiver burden among parents of school-age children with asthma: a cross-sectional study*. *Frontiers in Public Health*, 2024. Volume 12 - 2024.

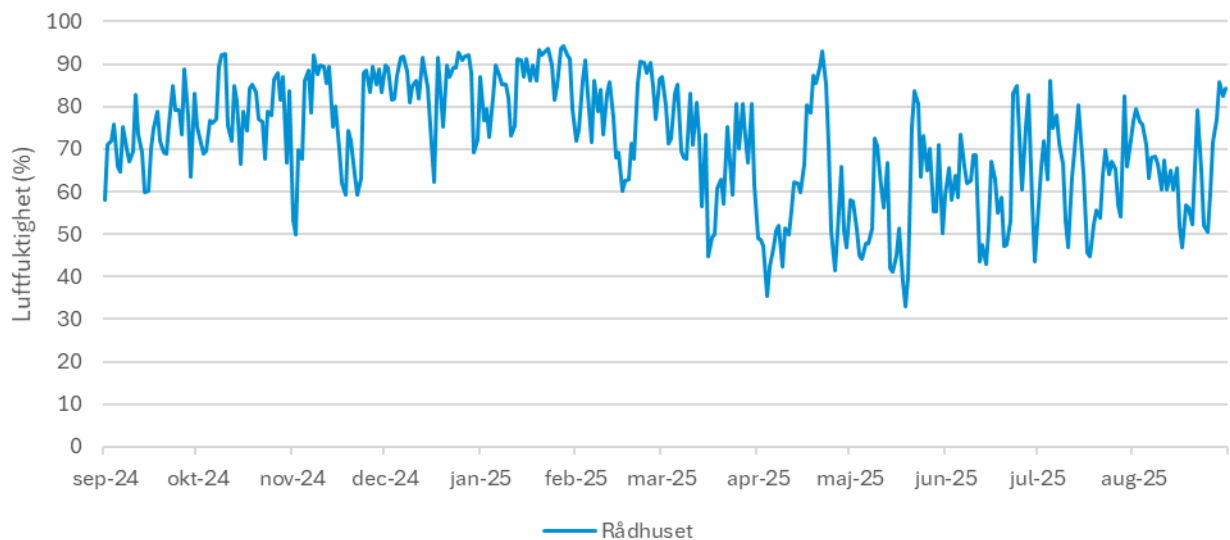
Bilaga 1. Temperatur och relativ luftfuktighet

Temperatur (°C) och relativ luftfuktighet (%) vid Rådhuset presenteras per dygn under mätperioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025.

Dygnsmedelvärden för temperatur



Dygnsmedelvärden för luftfuktighet



Bilaga 2. Årsmedelvärden PM10, PM2,5, PM1 och NO₂

Uppmätta min-, max-, median- och medelvärden samt standardavvikelse (SD) redovisas för Rådhuset för perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 för PM10, PM2,5 och PM1 (16 oktober – 29 oktober 2024 är ej med i denna sammanställning), samt för NO₂ under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025. MKN, MKM, WHO:s riktvärde och MKN 2030 visas också. Halterna anges i µg/m³.

Årsmedelvärden								
Uppmätta halter (µg/m ³)								
Min	Max	Median	Medel	SD	MKN	MKN 2030	MKM	WHO
PM10								
0,20	320	8,2	11	9,9	40	20	15	15
PM2,5								
0,13	270	4,0	5,7	6,0	25	20	10	5
PM1								
0,10	190	2,6	4,1	4,8	-	-	-	-
NO₂								
0,00	150	16	17	10	40	20	20	10

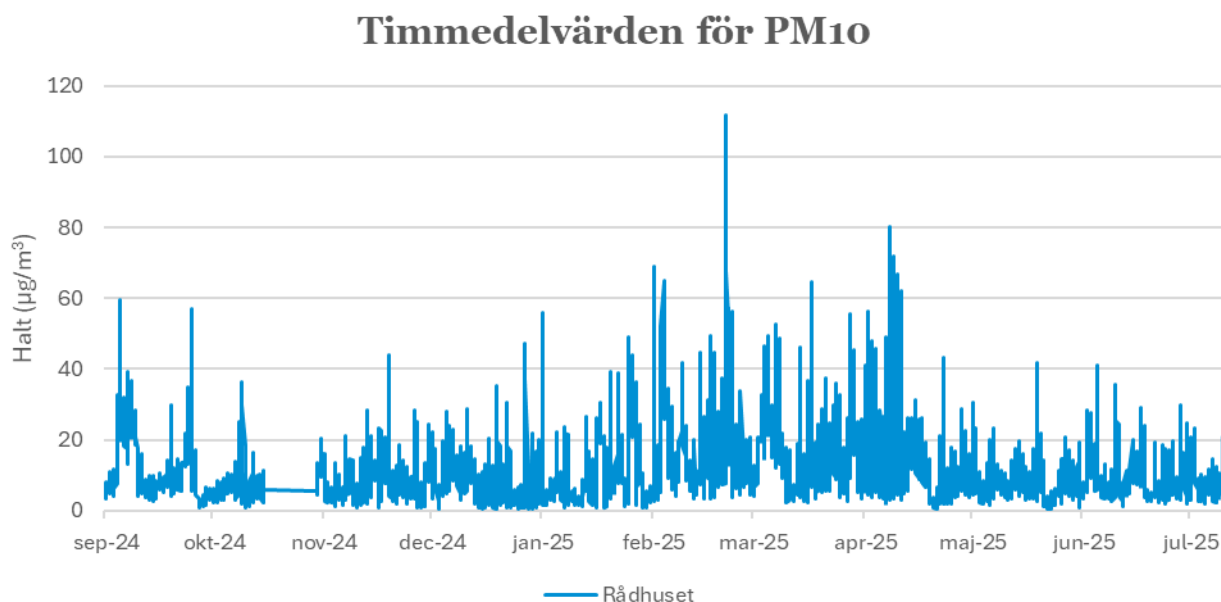
Bilaga 3. Dygns- och timmedelvärden PM10, PM2,5, PM1 och NO₂

Dygns- och timmedelvärden vid Rådhuset för PM10, PM2,5, PM1 under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 oktober – 28 oktober 2024 är ej med i denna sammanställning). För NO₂ visas värden under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025. Uppmätta min- och maxvärden presenteras samt antal överskridanden av MKN (inklusive NUT och ÖUT), MKN 2030, WHO:s riktvärde och MKM redovisas i dygn respektive timmar. Halterna anges i µg/m³.

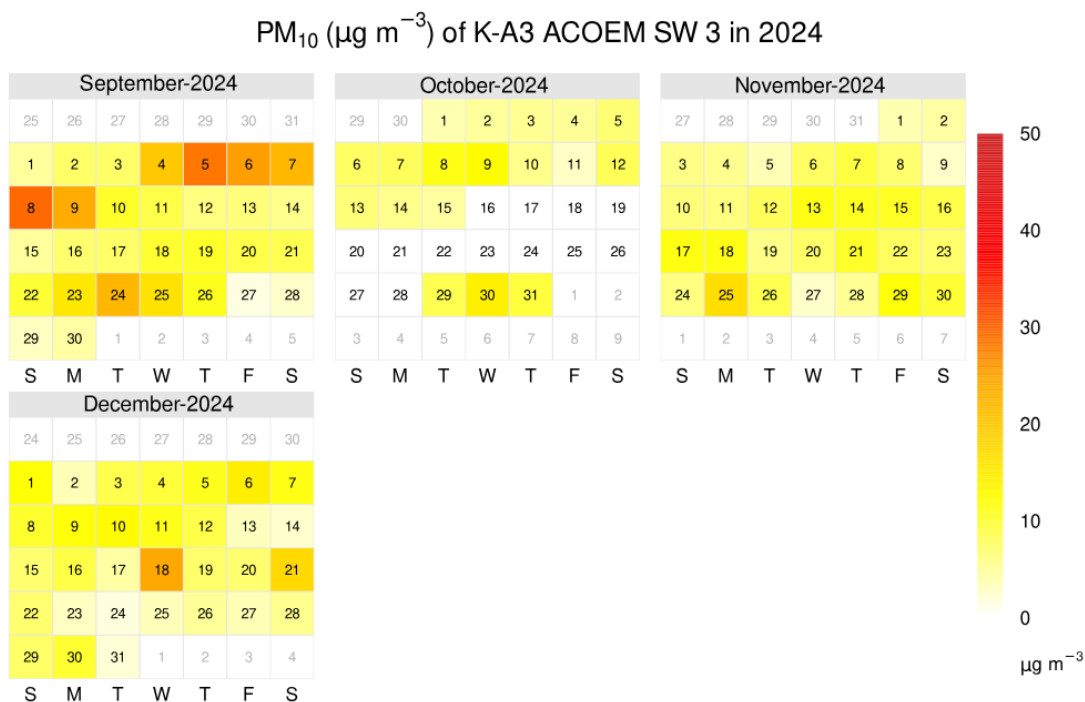
Dygns- och timmedelvärden														
Uppmätta halter (µg/m ³)			Norm- och riktvärden (µg/m ³) samt överskridanden (antal dygn eller timmar)											
Medel- värdes- period	Min	Max	MKN	> MKN	NUT	> NUT	ÖUT	> ÖUT	MKN 2030	> MKN 2030	MKM	> MKM	WHO	> WHO
PM10														
Dygn	1,6	50	50	1 dygn	25	15 dygn	35	2 dygn	45	15 dygn	30	5 dygn	45	15 dygn
Timme	0,40	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM2,5														
Dygn	1,0	41	-	-	-	-	-	-	25	3 dygn	25	3 dygn	15	13 dygn
Timme	0,18	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM1														
Dygn	0,71	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Timme	0,14	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO₂														
Dygn	1,4	46	60	0 dygn	36	7 dygn	48	0 dygn	50	0 dygn	-	-	25	58 dygn
Timme	0,00	88	90	0 tim	54	57 tim	72	15 tim	200	0 tim	60	39 tim	200	0 tim
					100	0 tim	140	0 tim						

Bilaga 4. Timmedelvärden PM10

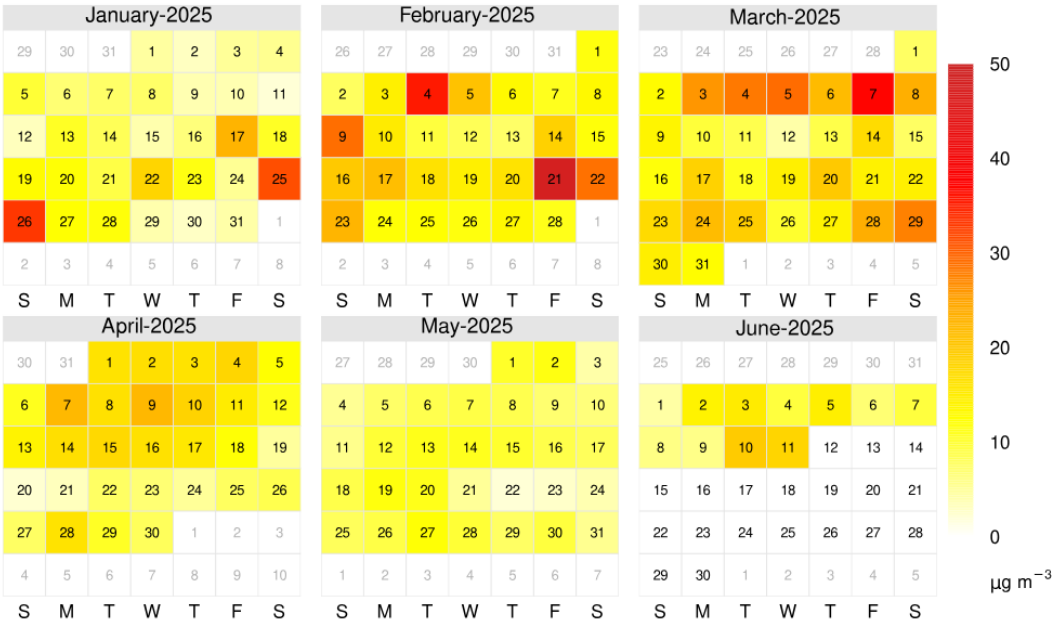
Diagram över PM10 timmedelvärden för utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 - 28 oktober 2024 ingår inte). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kalenderplot som visar medelvärdet av timmedelvärden per dygn för PM10 i utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 - 28 oktober 2024 ingår inte). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

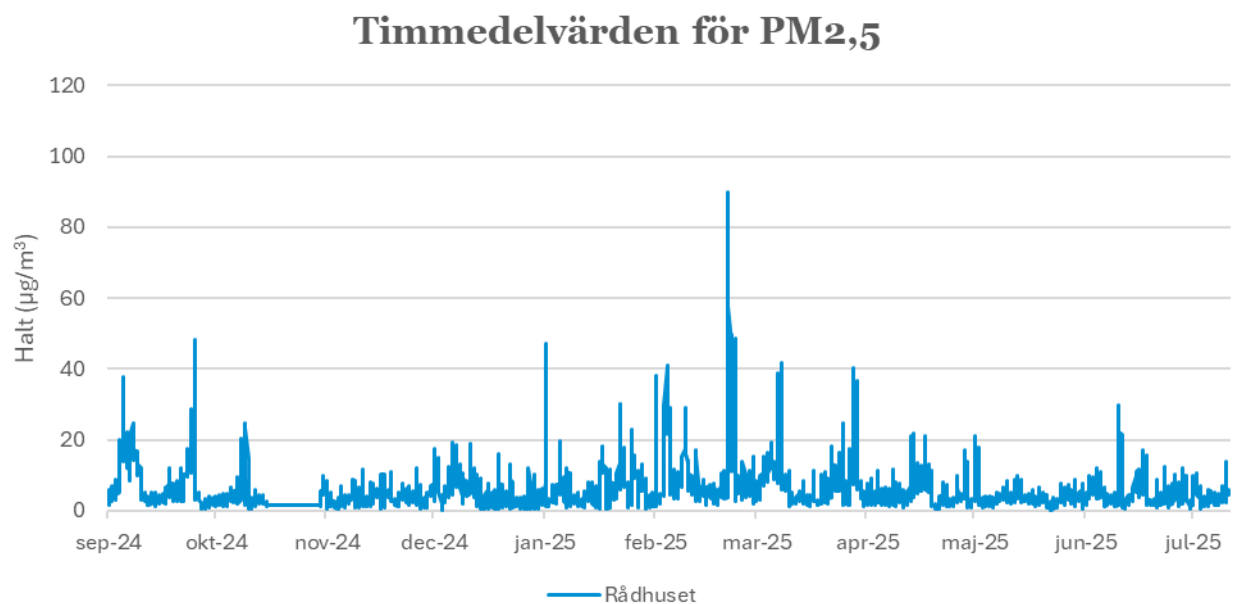


PM₁₀ (μg m⁻³) of K-A3 ACOEM SW 3 in 2025

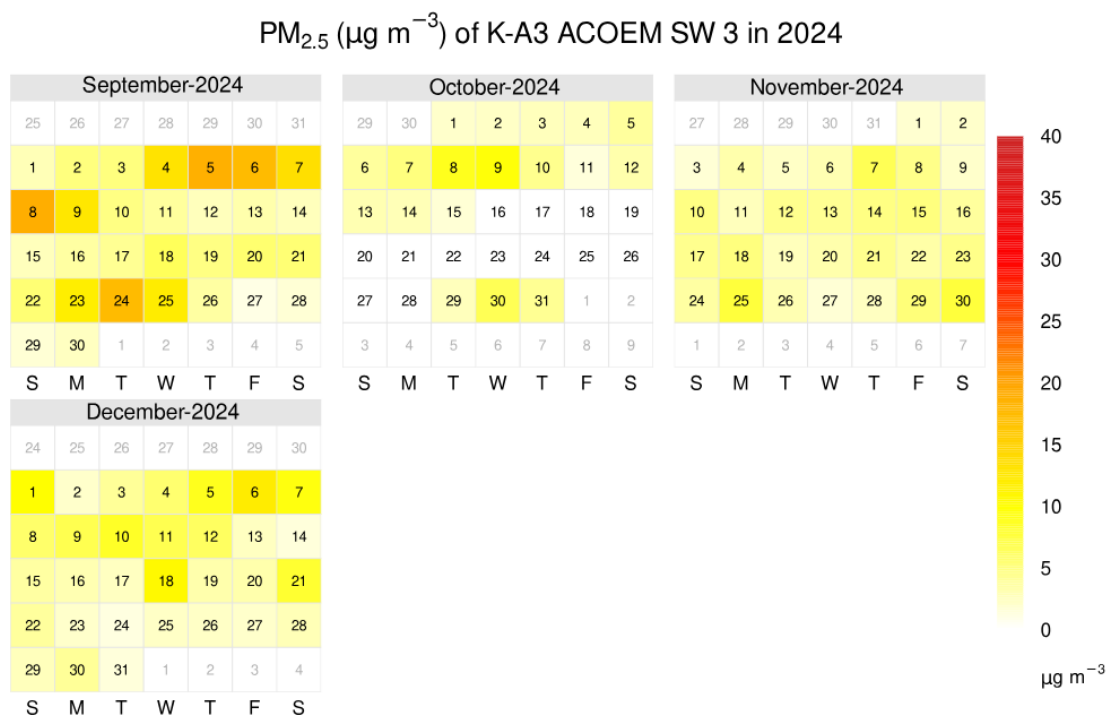


Bilaga 5. Timmedelvärden PM2,5

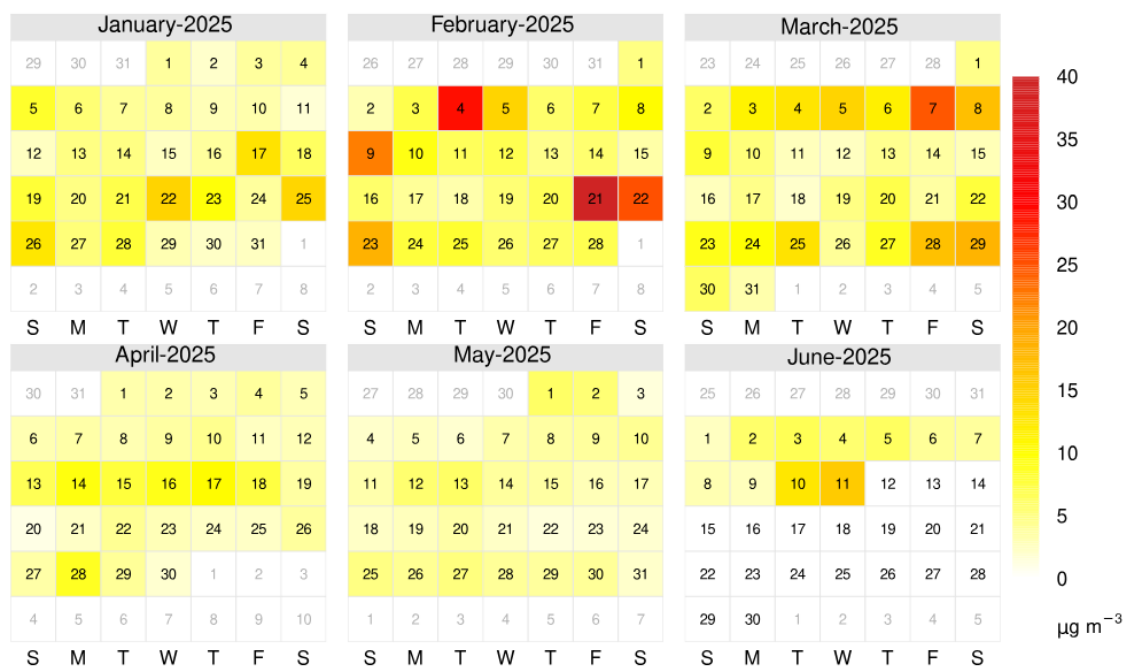
Diagram över PM2,5 timmedelvärden för utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 - 28 oktober 2024 ingår inte). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kalenderplot som visar medelvärdet av timmedelvärden per dygn för PM2,5 i utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 - 28 oktober 2024 ingår inte). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

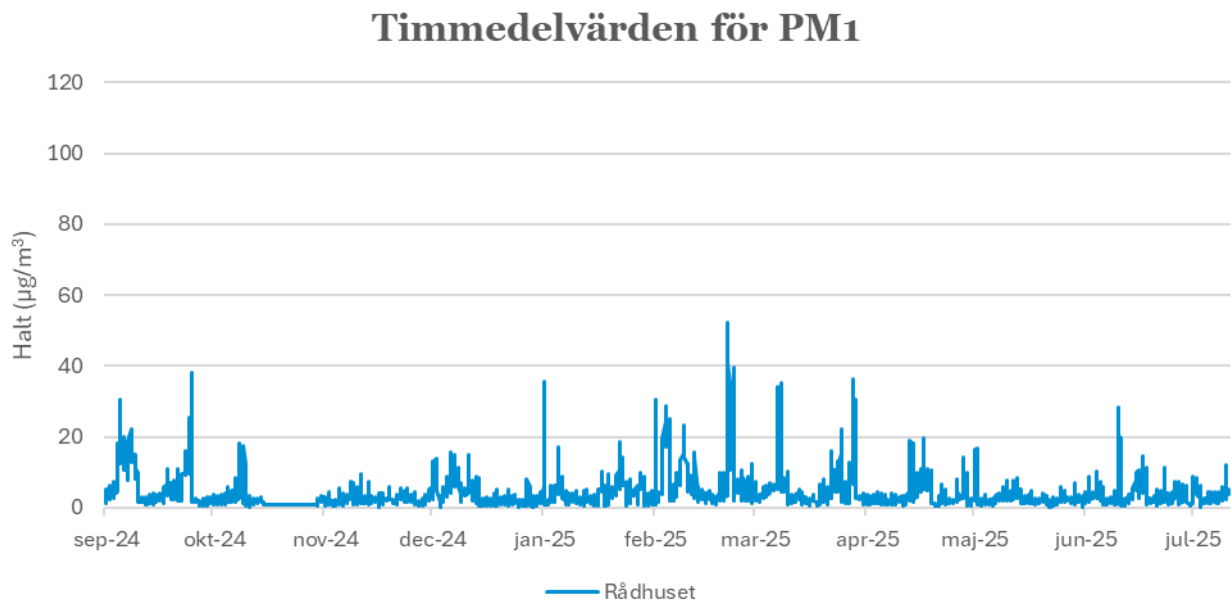


PM_{2.5} ($\mu\text{g m}^{-3}$) of K-A3 ACOEM SW 3 in 2025

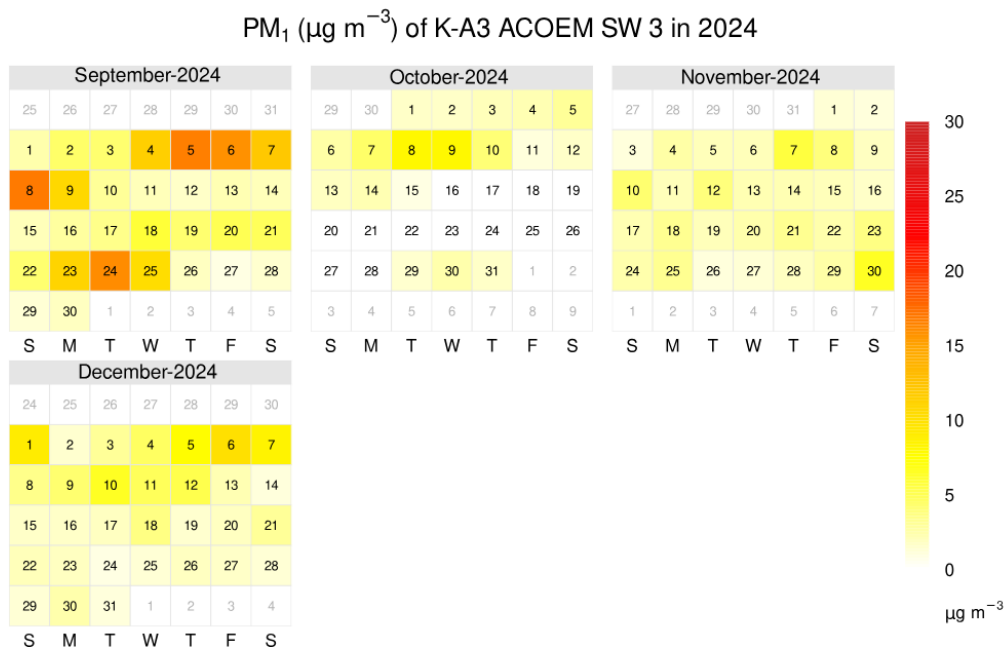


Bilaga 6. Timmedelvärden PM1

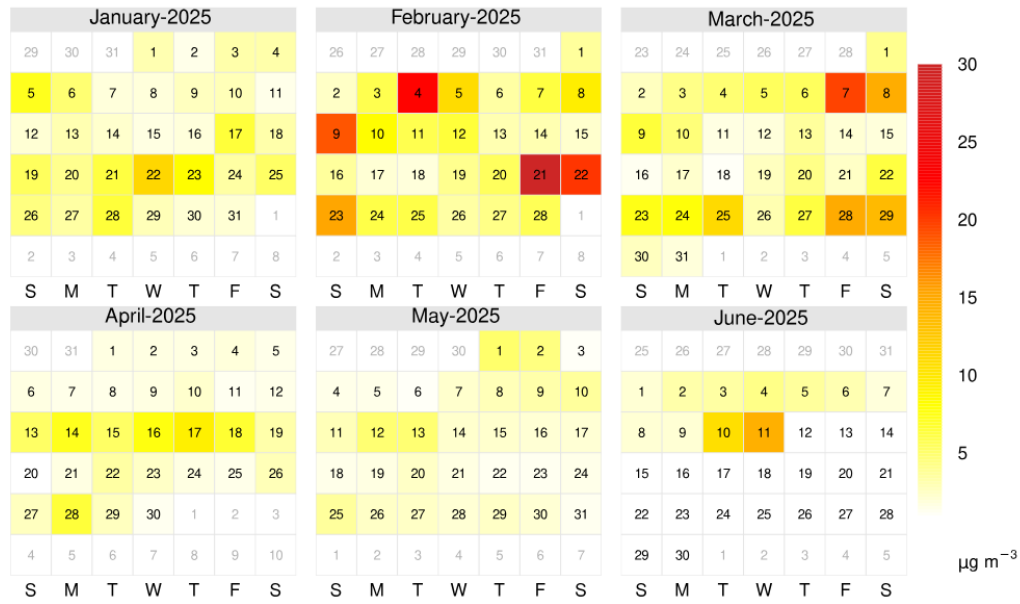
Diagram över PM1 timmedelvärden för utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 - 28 oktober 2024 ingår inte). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kalenderplot som visar medelvärdet av timmedelvärden per dygn för PM1 i utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025 (16 - 28 oktober 2024 ingår inte). Halterna anges i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

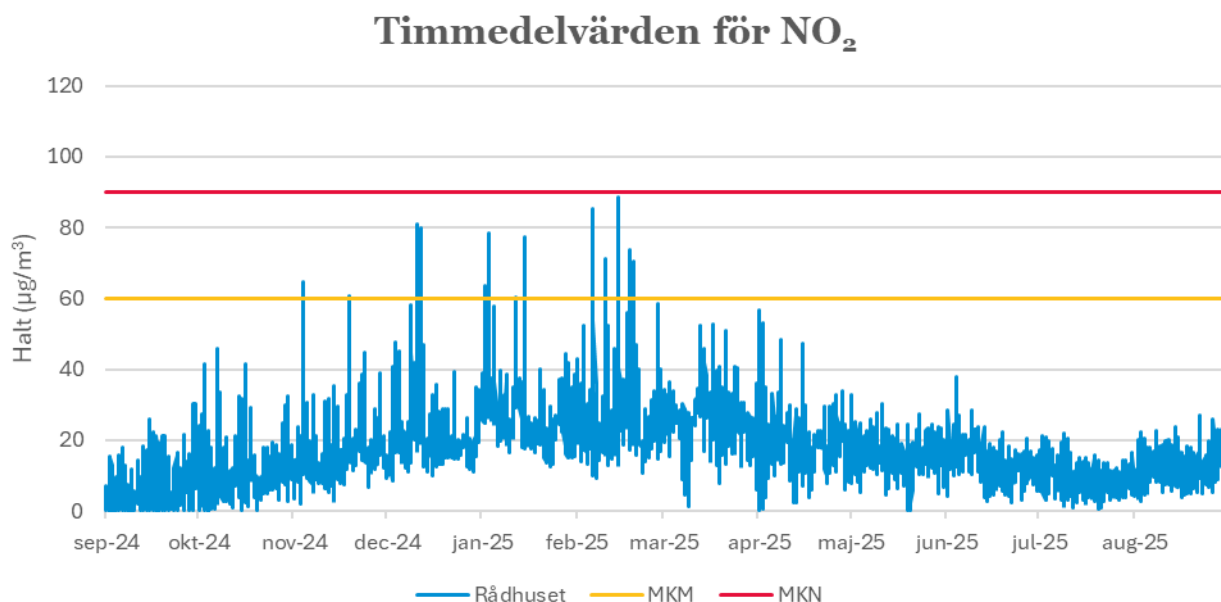


PM₁ ($\mu\text{g m}^{-3}$) of K-A3 ACOEM SW 3 in 2025

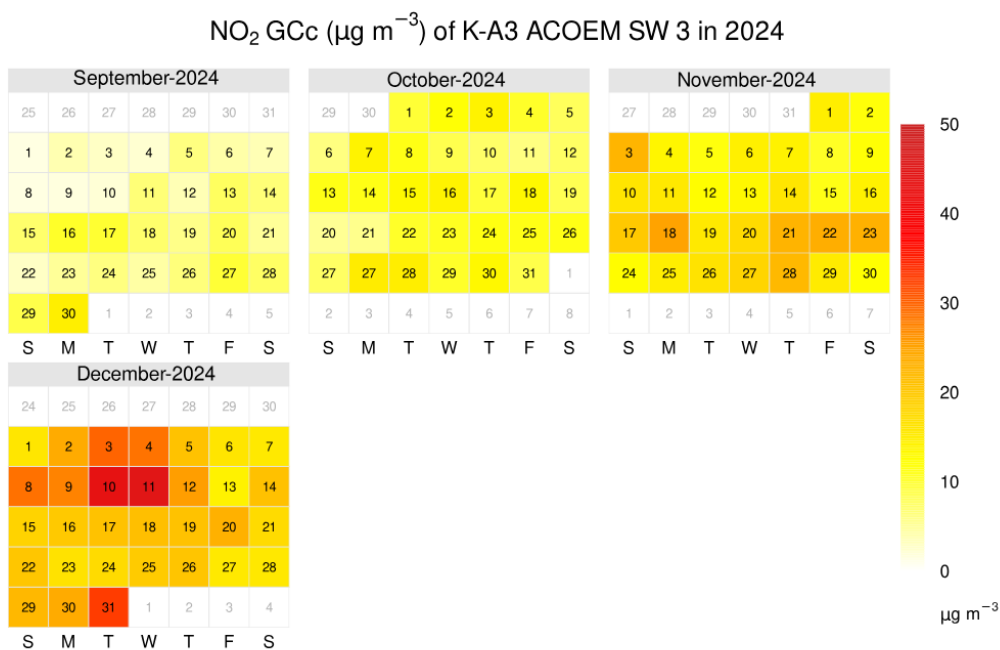


Bilaga 7. Timmedelvärden NO₂

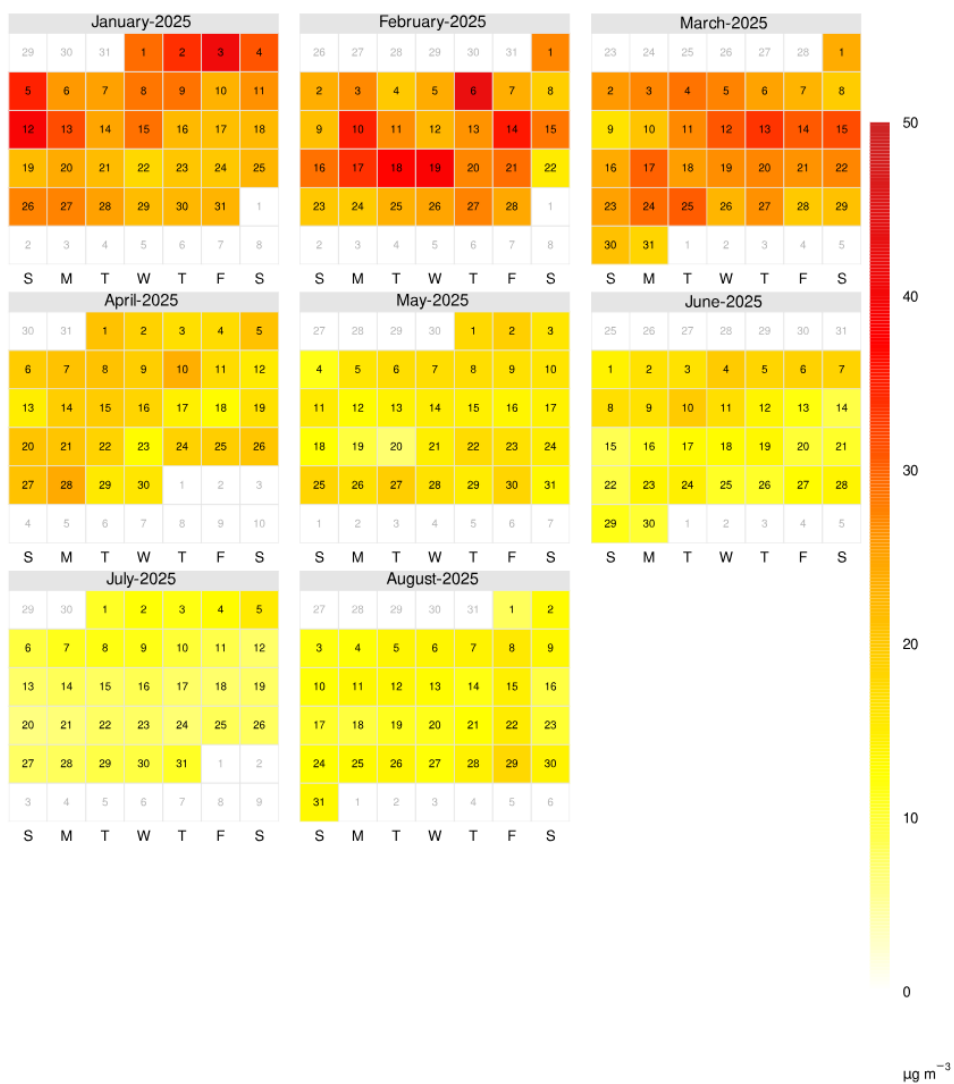
Diagram över kvävedioxid (NO₂) timmedelvärden för utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 31 augusti 2025. Halterna anges i µg/m³.



Kalenderplot som visar medelvärdet av timmedelvärden per dygn för kvävedioxid (NO₂) i utomhusluft vid Rådhuset under perioden 1 september 2024 till 11 juli 2025. Halterna anges i µg/m³.



NO₂ GCc (µg m⁻³) of K-A3 ACOEM SW 3 in 2025



Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är en verksamhet som bygger på ett samarbete mellan Region Sörmland, Värmland, Västmanland, och Örebro län.

Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

Vårt arbete rör sambandet mellan hälsa och ohälsa i relation till olika typer av exponeringar i arbetsmiljön, boendemiljön och den yttre miljön.

Besök vår webbplats för att läsa mer om oss. Där kan du även anmäla dig till vårt nyhetsbrev.

www.regionorebrolan.se/amm

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Södra Grev Rosengatan 18 B, Örebro
Entré F, vån 2, hiss F1

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

Ett samarbete mellan:

