

Luftmätningar vid två förskolor i Karlskoga



Ann-Christine Mannerling
Yrkes- och miljöhygieniker

Diarienummer: 19RS9900-1
Utfärdad: 2019-12-13

Carin Pettersson
Kemiingenjör



Region Örebro län
Arbets- och miljömedicin



Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna i Örebro, Sörmland, Värmland och Västmanland. 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
Entré F, våning 2

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.

Innehåll

Sammanfattning	4
Bakgrund och syfte	5
Karlskoga	6
Luftövervakning.....	6
Lagstiftning	8
Undersökta ämnen	8
Bensen	8
1,3-Butadien	8
Kvävedioxid.....	8
Partiklar PM _{2,5}	9
Partiklar PM ₁₀	9
Material och metod	10
Studiedesign.....	10
Provtagning och analys	11
Bensen och 1,3-butadien.....	11
Kvävedioxid.....	11
Partiklar, pumpad provtagning	12
Partiklar, loggad mätdata	12
Temperatur och relativ luftfuktighet.....	12
Resultat	13
Bensen och 1,3-butadien.....	13
Kvävedioxid	13
Temperatur och relativ luftfuktighet.....	13
Partiklar, pumpad provtagning.....	14
Partiklar, loggad mätdata	14
Beräknade medel, min- och maxvärden.....	16
Beräknade värden av partiklar under barnens vistelsetid	16
Beräknade dygnsmedelvärden PM _{2,5}	19
Beräknade dygnsmedelvärden PM ₁₀	19
Diskussion	21
Referenser	23
 Bilaga 1: Dygnsmedelvärde av temperatur och relativ luftfuktighet vid förskolan Pärlan	 24
Bilaga 2: Partiklar pumpad provtagning vid förskolorna Pärlan och Lärkan	25

Sammanfattning

Luftföroreningar utomhus är ett stort miljö-hälsoproblem som påverkar alla och som kan leda till flera olika hälsoeffekter, främst hjärt- och kärlsjukdom, lungsjukdom och cancer. Det har inte identifierats någon säker nivå av luftföroreningar där hälsoeffekter helt uteblir. Barn är extra känsliga för luftföroreningar då de är under utveckling. Det är därför särskilt viktigt att säkerställa en god miljö för barnen.

Mätningar av olika luftföroreningar är gjorda på förskolan Pärlan som ligger cirka 50 meter från en hårt trafikerad väg, E18, i Karlskoga och på referensförskolan Lärkan som är belägen cirka 1,7 km från E18 med endast lite lokaltrafik. Provtagning av bensen, 1,3-butadien och kvävedioxid (NO_2) har genomförts under våren och hösten 2019. Partiklar, $\text{PM}_{2,5}$ och PM_{10} , under våren med pumpad provtagning och under hösten med loggande instrument. Mätningarna på förskolorna Pärlan och Lärkan är utförda under 1 till 2 veckor och jämförande miljö kvalitetsnorm (MKN) och miljö kvalitetsmål (MKM) är baserade på årsmedelvärden. Vid mätning under en kort tid påverkas mätresultatet av väder, vind och trafik med mera. Mätningar under en längre tidsperiod skulle ge en mer rättvis bild av hur luftföroreningssituationen ser ut på förskolorna Pärlan och Lärkan i Karlskoga och man skulle då kunna jämföra med MKN och MKM. Vi har dock valt att jämföra mot de riktvärden och mål som finns, MKN och MKM, trots korta mätperioder.

Resultatet av mätningarna av bensen, 1,3-butadien och kvävedioxid på förskolan Pärlan och Lärkan visade på låga halter i inomhusmiljön. Vid de valda mättillfällena var halterna även under MKN och MKM i utomhusluften på båda förskolorna. Den pumpade provtagningen av $\text{PM}_{2,5}$ och PM_{10} visade på halter under kvantifieringsgränsen. Detta berodde troligtvis på för kort mättid. Resultaten av loggad mätdata visar att inga mätningar av $\text{PM}_{2,5}$ och PM_{10} överskred MKN. Generellt visar resultaten på något högre bakgrunds nivåer av partiklar på förskolan Pärlan vid E18 medan förskolan Lär-

kan hade högre toppar under eftermiddagen. Topparna kan bero på att hämtning av barn sker med bil under eftermiddagarna och enligt personalen på förskolan Lärkan är det vanligt med tomgångskörning vid hämtning.

Eftersom barnen vistas en stor del av dagen på förskolan har beräkningar av $\text{PM}_{2,5}$ och PM_{10} gjorts på förskolan Pärlan under barnens vistelsetid mellan klockan 06.00 och 18.00. För $\text{PM}_{2,5}$ överskreds den övre utvärderingströskeln (ÖUT) vid enstaka tillfällen och den nedre utvärderingströskeln (NUT) vid en tredjedel av mät dagarna. Däremot så överskreds MKM för $\text{PM}_{2,5}$ under 61 % av mät dagarna och för PM_{10} vid 30 % av dagarna.

Vid beräkningar av dygnsmedelvärden överskreds ÖUT för $\text{PM}_{2,5}$ vid 23 % av mät dagarna och NUT under hälften av mät dagarna. För PM_{10} överskreds NUT vid två tillfällen. ÖUT överskreds inte alls. Däremot så överskreds MKM för $\text{PM}_{2,5}$ under 68 % av mät dagarna och PM_{10} under 41 % av mät dagarna.

Det är positivt att nivåerna av de undersökta ämnena på förskolorna är relativt låga, men små barn är fysiskt mer känsliga för påverkan från luftföroreningar. Det har även konstaterats att genom att sänka luftföroreningshalterna till lägre nivåer kan stora hälsovinster uppnås. Förskolor belägna nära vägar med mycket trafik är inte bara utsatta för luftföroreningar utan är också ofta trafikbullerexponerade. Barn utgör en särskilt känslig riskgrupp för bullers negativa effekter. Dessa kunskaper är av största vikt att ta hänsyn till vid placering av förskolor och vid nybyggnation av förskolor. För att säkerställa en säker och hälsosam miljö bör förskolor inte placeras i anslutning till trafikerade miljöer och förskolegårdar bör placeras skyddade från trafik. Det är också viktigt att möjliggöra hämtning och lämning på förskolan till fots, med cykel eller via kollektivtrafik. För att minska exponeringen för luftföroreningar bör även tomgångskörning förbjudas utanför förskolan i samband med hämtning och lämning.

Bakgrund och syfte

Luftföroreningar är ett stort miljöhälsoproblem som är kopplat till flera olika hälsoeffekter, främst hjärt- och kärlsjukdom, lungsjukdom och cancer. På grund av urbanisering och förtätning i samhället blir allt fler människor exponerade för högre halter. Luftkvaliteten skiljer sig åt i landet. Små landsortskommuner och glesbygdskommuner har mindre problem med luftföroreningar relaterat till vägtrafik men kan ha enskilda punktutsläpp som lokal vedeldning och industrier som ger höga luftföroreningshalter. Dock kan små kommuner med lite lokala luftföroreningar från vägtrafik ha höga halter av trafikrelaterade luftföroreningar på grund av stora genomfartsleder [1].

Många miljöer där barn vistas ofta är inte skyddade från förorenad luft. Tvärtom ligger många skolor och förskolor centralt eller nära hårt trafikerade vägar. Dessutom kan barn ofta vistas ute vid den tid på dygnet då de högsta nivåerna av luftföroreningar förekommer,

under morgon och sen eftermiddag. Detta är allvarligt då små barn är fysiskt mer känsliga än vuxna för påverkan från luftföroreningar [2]. Barn och foster är speciellt sårbara eftersom deras lungor och immunförsvar är under utveckling. Barn andas även in större luftvolym i förhållande till sin vikt jämfört med vuxna. De är dessutom mer aktiva utomhus, vilket betyder att de får i sig mer föroreningar per kroppsvolym [3, 4].

Studier har 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 [2]. Barn som bor eller går i skola i områden med höga halter av luftföroreningar har oftare symptom från luftvägarna som nattlig hosta eller pipande och väsande andning [4]. Flera nya studier pekar också på att luftföroreningar



påverkar hjärnans utveckling hos barn. Det innebär bland annat att barnens kognitiva utveckling påverkas vilket innefattar språk, minne, perception, tänkande, inläring, kreativitet med mera [2, 5]. 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 födsel och plötslig spädbarnsdöd [3, 6, 7]. Sammanfattningsvis har det inte identifierats någon säker nivå av luftföroreningar där hälsoeffekter helt uteblir [7].

Barn kan tillbringa mycket av sin vakna tid på förskolan och många gånger tillbringar barn längre tid på förskolan än vad föräldrarna tillbringar på sina arbeten. De spenderar då sin dagliga utevistelsetid på förskolan och det är därför särskilt viktigt att säkerställa en god miljö för barnen. Man bör vidare ta i beaktande att barnen även kan bo i ett trafik-exponerat område. Förskolor belägna nära vägar med mycket trafik är inte bara utsatta för luftföroreningar utan är ofta också trafikbullerexponerade. Barn utgör en särskilt känslig riskgrupp för bullers negativa effekter eftersom buller kan påverka inläring under kritiska utvecklingsstadier. En bullrig miljö ger störningsupplevelser, påverkar koncentrationen, minne och möjligheten att uppfatta tal, leder till stress och ökad trötthet samt försvårar vila och återhämtning. Om vilorummet i förskolan är beläget mot en starkt trafikerad väg kan även barnens sömn störas under sovstunden. Extra känsliga är barn med hörselnedsättning, läs- och skrivsvårigheter, adhd eller liknande diagnoser samt barn med annat modersmål än det som talas [7].

Syftet med denna studie är att beskriva hur nivåerna av partiklar och andra luftföroreningar varierar vid två förskolor i Karlskoga. Den ena är belägen vid en hårt trafikerad väg, E18, och den andra vid en liten lokal gata. Vägtrafikbuller kommer inte att beaktas i studien.

Karlskoga

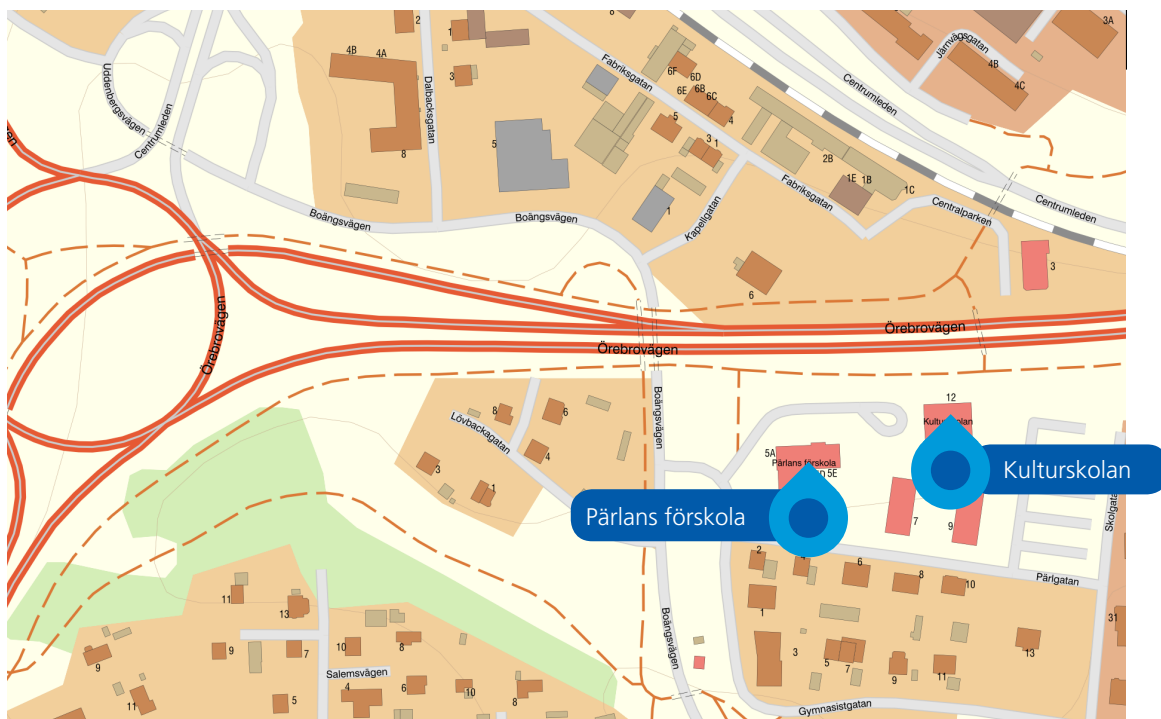
Karlskoga är beläget utefter sjön Möckeln norra strand i Karlskoga kommun, Örebro Län. Karlskoga kommun har drygt 30 000 invånare. Genom tätorten går E18 med två filer i varje riktning. Trafikflödet på E18 har uppmätts år 2011 till drygt 16 000 fordon per årsmedeldygn varav cirka 11 % är tung trafik. År 2019 uppskattas trafikflödet till cirka 17 000 fordon per årsmedeldygn [8-10]. Förskolan Pärlan är belägen cirka 50 meter från E18, se figur 1a och 1b. Hastighetsbegränsningen på E18 intill förskolan Pärlan är 60 km/h. Cirka 300 meter ifrån förskolan på E18 finns en cirkulationsplats, se figur 1b. Cirkulationsplatsen är huvudknutpunkten för såväl nationell, regional som lokal trafik i Karlskoga. Mellan förskolan och E18 saknas bullerskydd. Förskolan Pärlan gränsar till Pärlgatan och Gymnasistgatan. Boängsvägen är belägen strax bredvid Gymnasistgatan och uppskattat flöde av fordon är cirka 3 200 per årsmedeldygn [8]. Öster om förskolan ligger den kommunala Kulturskolan och mellan E18 och förskolan finns parkeringsplatser och en vändplan. Detta kan stundtals generera mycket trafik till både förskolan och Kulturskolan. Förskolan Lärkan ligger vid en återvändsgata i ett bostadsområde cirka 1,7 km från E18. Närliggande större vägar är Drottningvägen som passerar cirka 150 meter från förskolan och ringleden Västerleden ungefär 250 meter från förskolan. Båda vägarna ansluter till E18.

Luftövervakning

Vissa kommuner ingår i luftvårdsförbund vilka är ideella föreningar där medlemmarna från både privat och offentlig sektor ingår och som övervakar luftkvaliteten i kommunen. Karlskoga kommun ingick tidigare i Örebro läns luftvårdsförbund som verkade fram till år 2009. Istället för att göra mätningar kan luftkvaliteten övervakas genom beräkningsverktyg, modelleringar och scenarieberäkningar. Man kan på så sätt få en helhetsbild över luftföre-



Figur 1a. Karta över centrala Karlskoga med förskolorna Pärnan och Lärkan markerade. E18 (Örebrovägen) syns norr om förskolan Pärnan. Karta: Lantmäteriet.



Figur 1b. Karta över området kring E18 (Örebrovägen), förskolan Pärnan och Kulturskolan. Karta: Lantmäteriet.

ningssituationen i hela kommunen istället för på enstaka platser. Kvaliteten på dessa modelleringar ställer höga krav, både på modelleringen och på indata. Det är också viktigt att indata och valideringsdata till dessa modeller utgörs av faktiska mätningar [1].

Lagstiftning

Regeringen har en förordning med miljö-kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft, luft-kvalitetsförordningen (2010:477) [11]. I dag finns normer för tolv olika luftföroreningar till skydd för människors hälsa. Vissa luftföroreningar har skadeverkan även med halter under MKN-nivån och med bland annat tanke på detta har miljö-kvalitetsmålet (MKM) ”Frisk luft” införts [12]. Syftet är att kunna styra utvecklingen mot bättre miljö även på lång sikt. För miljö-kvalitetsnormerna finns en övre utvärderingströskel (ÖUT) och en nedre utvärderingströskel (NUT). Dessa är nivåer som anger graden av kontroll för en miljö-kvalitetsnorm, exempelvis om kontrollen ska ske genom mätning, modellberäkning eller objektiv skattning [11]. Om NUT överskrids finns krav på kontinuerliga mätningar. In-vånarantal och luftens kvalitet i förhållande till NUT, ÖUT och halter över normvärdet avgör antalet mätstationer [13]. International Agency for Research on Cancer (IARC) utreder cancerframkallande egenskaper hos olika ämnen. De har delat in ämnen i fem olika klasser beroende på om ämnet är carcinogent för människor eller inte, se tabell 1 [14].

Undersökta ämnen

I denna studie har bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid samt partiklar, $PM_{2,5}$ och PM_{10} , undersökts. Nedan följer kort information om respektive ämne. Olika rikt- och gränsvärden redovisas i tabell 2.

Bensen

Bensen sprids från olika källor som exempelvis bensinbilar, småskalig vedeldning, cigarettrök,

snöskotrar och fritidsbåtar. Bensenhalterna har sjunkit sedan katalytisk avgasrening för fordon och minskad bensenhalt i bensin infördes i början på 1990-talet. Trots detta står biltrafiken för den största källan till utsläpp av bensen. Småskalig vedeldning kan även bidra en stor del till utsläppen. Bensen finns i både inom- och utomhusluft. Människor blir främst exponerade av ämnet genom inandning. Ingen säker exponeringsnivå kan rekommenderas men det finns rikt- och gränsvärden. Bensen klassificeras som cancerframkallande och har speciellt kopplats till olika former av leukemi [15].

1,3-Butadien

1,3-Butadien används vid framställning av gummi och plaster. 1,3-Butadien bildas även vid förbränning av biomassa och har påvisats i cigarettrök och i bilavgaser. Halterna har minskat med åren, vilket kan vara en följd av införandet av katalytisk avgasrening för fordon [16]. Även 1,3-butadien är klassat som cancerframkallande bland annat i blodbildande organ [15].

Kvävedioxid

Kväveoxider (NO_x) bildas vid all typ av förbränning i höga temperaturer. Begreppet kväveoxider består av både kvävemoxid (NO) och kvävedioxid (NO_2). Vid förbränning bildas främst kvävemoxid som snabbt oxideras till kvävedioxid. I de flesta tätorter är biltrafiken den största utsläppskällan. Energi-användning och energiproduktion är andra källor som kan ge stort bidrag till kvävedioxid-halterna i luften. Höga nivåer av kvävedioxid påverkar människors hälsa negativt både på kort och på lång sikt. Det är främst andnings-organen som påverkas varför astmatiker och barn är särskilt känsliga. Institutet för miljö-medicin (IMM) vid Karolinska Institutet anger att epidemiologiska data tyder på att det föreslagna långtidsmedelvärde under 6 månader på $40 \mu g/m^3$ endast innebär en liten eller ingen säkerhetsmarginal. En utomhusnivå på $40 \mu g/m^3$ motsvarar en inomhuskoncentration

Tabell 1. International Agency for Research on Cancer (IARC) klassificering och bedömning av carcinogenitet [14].

Klassificering	Carcinogenitet
Grupp 1	Carcinogent för människa
Grupp 2A	Förmodligen cancerframkallande för människor
Grupp 2B	Eventuellt cancerframkallande för människor
Grupp 3	Ej klassificerbar för dess cancerframkallande egenskaper hos människor
Grupp 4	Förmodligen inte cancerframkallande för människor

på cirka 20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ om det inte finns några andra inomhuskällor. Detta värde ligger under de halter där effekter har rapporterats efter inomhusexponering för kvävedioxid [17].

Partiklar $\text{PM}_{2,5}$

Partiklar vars diameter är mindre än 2,5 μm räknas som små partiklar och kallas för $\text{PM}_{2,5}$. Partiklarna bildas vid all ofullständig förbränning av kol, olja och biobränsle. De bildas även vid slitage av däck och vägar samt att det sker en långväga transport med luftströmmarna. Stora källor till utsläpp i Sverige är småskalig vedeldning och fordonsavgaser. Små partiklar är en allvarlig luftförorening

som påverkar både andningsorganen och hjärt-kärlsystemen. Det har visats att betydande hälsovinster kan uppnås genom att sänka luftföroreningshalterna till lägre nivåer än den nuvarande MKN-nivån [18].

Partiklar PM_{10}

Större partiklar vars diameter är mindre än 10 μm kallas för PM_{10} och bildas till exempel vid mekaniska processer som när bromsar, däck och vägbanor slits. De högsta halterna av PM_{10} finns speciellt på våren när slitagepartiklar från dubbdäcksanvändning virvlar upp från gatorna. Det är vanligtvis vid de tillfällena som miljö kvalitetsnormen för PM_{10} överskrids [19].

Tabell 2. Rikt- och gränsvärden för bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid samt $\text{PM}_{2,5}$ och PM_{10} .

Ämnen	MKN [20] årsmedelvärde	MKM Frisk Luft [12] årsmedelvärde	IMM [21] långtidsmedelvärde	WHO [22] årsmedelvärde
Bensen	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
1,3-Butadien	-	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Kvävedioxid	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^B	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^B	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^E 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^F	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^B
Partiklar, $\text{PM}_{2,5}$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^C 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^D	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^G	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A
Partiklar, PM_{10}	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^C 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^D 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^A

A – dygnsmedelvärde

B – timmedelvärde

C – nedre utvärderingströskel (NUT)

D – övre utvärderingströskel (ÖUT)

E – hälsobaserat riktvärde för en timme

F – långtidsmedelvärde under 6 månader

G – årsmedelvärde

Material och metod

Studiedesign

Huvudsyftet med studien var att undersöka två förskolors exponering för bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid samt partiklar som $PM_{2,5}$ och PM_{10} . Samtidigt mättes temperatur och relativ luftfuktighet. Mätningar är genomförda på förskolan Pärlan som är belägen cirka 50 meter från E18. Mätningar är även utförda på förskolan Lärkan som är belägen cirka 1,7 km från E18 i ett område i Karlskoga med mindre trafik.

Stationär provtagning av bensen och 1,3-butadien utfördes med passiva provtagare under 7 dygn. Mätningarna utfördes under våren 2019 under två mätomgångar och under hösten 2019 vid två mätomgångar. Kvävedioxid mättes genom passiv provtagning under 14 dygn. Mätningarna utfördes under en mätomgång på våren och en på hösten 2019. Provtagarna placerades inomhus cirka 2 meter över golvet och undvek ventilation och solinstrålning. Rummet där provtagarna hängdes i var ett rum där barnen vistades ofta. Utomhus placerades provtagarna cirka 2 meter över marken och i skydd av regn och solinstrålning. Temperatur och relativ luftfuktighet mättes utomhus under båda mätomgångarna på förskolan Pärlan. Eftersom förskolorna är belägna mindre än 2 km ifrån varandra antogs det vara samma temperatur och luftfuktighet vid båda förskolorna. I inomhusmiljön mättes inte temperaturen då den förutsattes att inte förändras och variera mycket under mätomgångarna.

Exponering för partiklar, $PM_{2,5}$ och PM_{10} , undersöktes genom pumpad provtagning i utomhusluften vid två tillfällen under våren 2019 vid respektive förskola. Vid varje tillfälle pågick mätningen under en dag, cirka 10 timmar. Pumpen placerades på ett stativ cirka 1,5 meter över marken på förskolegården. Stativet och pumpen var väl förankrad och kunde inte nås av förskolebarnen. Fortsatt pumpad prov-

tagning under hösten gjordes inte då halterna var under kvantifieringsgränsen.

Med loggande instrument genomfördes partikelmätning av $PM_{2,5}$ och PM_{10} vid två omgångar på förskolan Pärlan under hösten. Första mätomgången var 14 dygn och andra 9 dygn. Instrumentet placerades i ett förråd cirka 2 meter över marken och endast slangen var i kontakt med utomhusluften på förskolegården. Partikelmätning av $PM_{2,5}$ och PM_{10} med loggande instrument genomfördes även på förskolan Lärkan men då under tre tillfällen under cirka 10 timmar per dag. Då förskolan saknade förråd placerades instrumentet inomhus och slangen till utomhusluften drogs genom fönstret. Detta förfarande förhindrade mätning under längre tid än förskolans öppettider.

Ingen statistisk analys av de genomförda provtagningarna är genomförd då mätomgångarna är för få.



Provtagning och analys

Bensen och 1,3-butadien

Diffusionsprovtagning av bensen och 1,3-butadien utfördes på termiskt desorptionsrör (TD-rör) packat med adsorbenten Carbopack X (Markes International Ltd). Provtagningen startades genom avlägsnande av ena muttern från röret och tillförande av en diffusionscap (Markes International Ltd). Denna diffusionscap förhindrar okontrollerad luftcirkulation vid adsorbentytan. Provtagningen avslutades efter cirka sju dygn genom avlägsnande av diffusionscapen och återförslutande av muttern. Efter provtagningen förvarades provtagarna i kylskåp fram till analys.

Analyserna utfördes med automatisk termisk desorption kopplad till gaskromatograf med masspektrometerdetektor (ATD-GC/MSD) via selected ion monitoring (SIM). För kvantifiering och identifiering av bensen och 1,3-butadien tillverkades kalibreringsstandarder genom att på TD-rör injicera en känd mängd innehållande de två ämnena av en certifierad referensgas (AGA Gas AB, Specialgas). Vid beräkningar användes upptagshastigheten

0,59 ml/min för bensen och 0,56 ml/min för 1,3-butadien. Blankprover samt externa kontrollprover (CRM från VSL Dutch Metrology Institute, Holland) analyserades parallellt med proverna under hela studien och provresultaten korrigerades mot blankvärdena. Svarsgränsen för sju dygns provtagning bestämdes till 0,28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för bensen och 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för 1,3-butadien. Analyserna utfördes vid Arbets- och miljömedicins laboratorium i Örebro.

Kvävedioxid

Vid mätning av kvävedioxid (NO_2) användes Advantec diffusionsprovtagare (Tokyo Roshi Kaisha Ltd). Provtagningsfiltret för NO_2 var impregnerat med trietanolamin. Före provtagning förvarades provtagarna i rumstemperatur och efter provtagning i kylskåp. De provtagna filtren extraherades varefter ett färgreagens tillsattes som bildar ett färgat komplex som analyseras med spektrometri vid 545 nm. Parallellt med proverna analyserades blankprover. Detektionsgräns vid 14 dagars provtagning var 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Analyserna utfördes av Arbets- och miljömedicins laboratorium i Örebro.



Instrumentet DustTrak 8354 användes vid loggande provtagning av $\text{PM}_{2,5}$ och PM_{10} .

Partiklar, pumpad provtagning

Genom pumpad provtagning med SKC AirChek Touch (SKC Ltd, UK) och Casella Apex2 Plus IS (Casella, Ideal Industries, Inc.) har $PM_{2,5}$ och PM_{10} mätts. Partikelavskiljare med 37 mm celluloacetatfilter, 0,8 μm porstorlek och ett flöde på 1,8 l/min under en dag, cirka 10 timmar. Utvärderingen skedde gravimetriskt av laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Örebro.

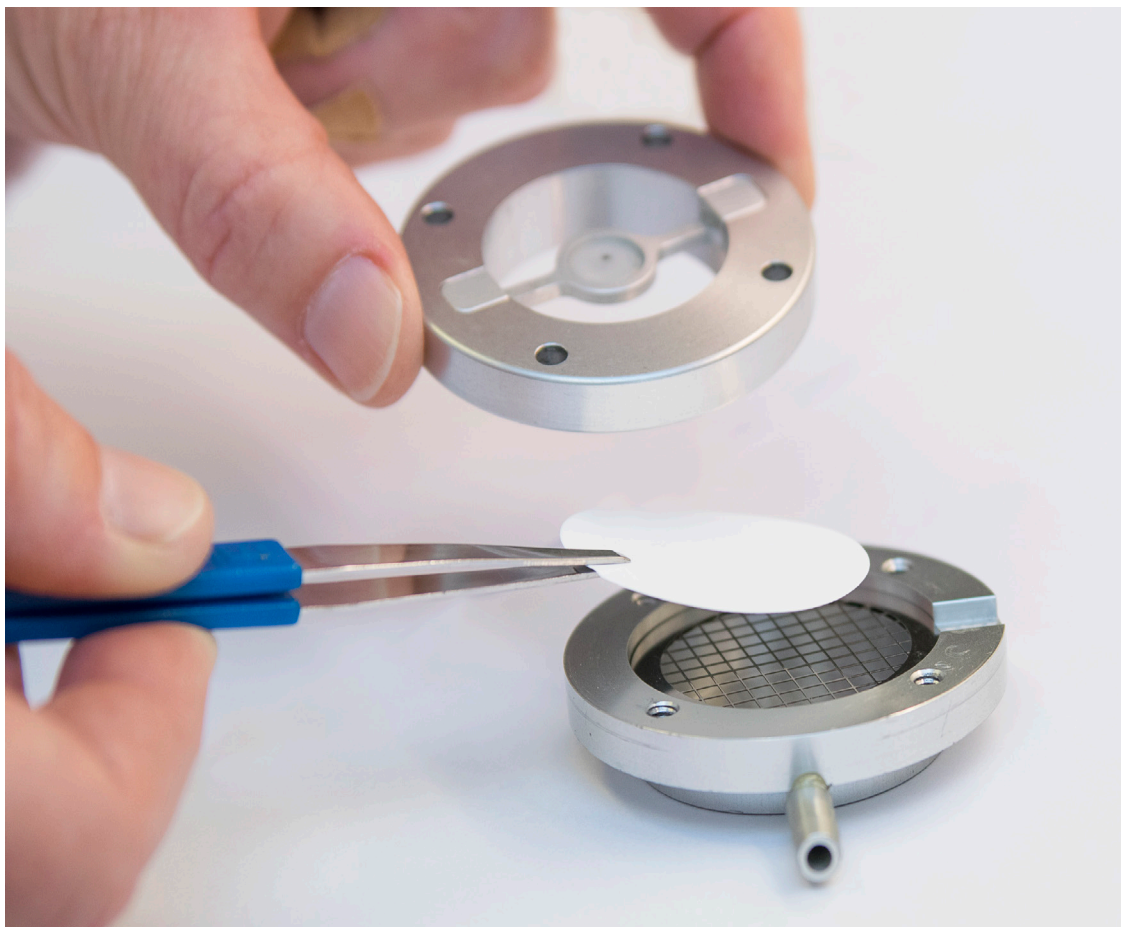
Partiklar, loggad mätdata

Partiklar mättes även med direktvisande instrument, DustTrak DRX 8533 och DRX 8534 (TSI incorporated, USA). DustTrak är en datalogger som används för att studera variationer i partikkelkoncentration över tid. DustTrak-instrumentet registrerar partiklar

fotometriskt i storleksintervallet 0,1-15 μm i koncentrationsområdet 0,001 till 150 mg/m^3 och registreringen skedde var tjugonde sekund. Instrumentet är kalibrerat enligt ISO 12103-1, A1 test dust (Arizona dust).

Temperatur och relativ luftfuktighet

För att mäta temperatur ($^{\circ}C$) och relativ luftfuktighet (%) användes C.A 1510 (Chauvin Arnoux) och Testo 174 (Testo SE & Co. KGa). Under mätperiod 2019-05-14 till 2019-05-26 loggades data var 5:e minut med C.A 1510. Samma instrument användes under mätperioden 2019-10-14 till 2019-10-25 och data loggades varje minut. Testo 174 användes under perioden 2019-09-20 till 2019-10-13 och data loggades var 5:e minut.



Resultat

Bensen och 1,3-butadien

Halterna av bensen var under våren på förskolorna Pärlan och Lärkan under kvantifieringsgränsen både i utomhus- och inomhusluften, se tabell 3. Halterna var under hösten i utomhusluften mellan <0,31 och 0,40 µg/m³. I inomhusluften var halterna mellan <0,32 och 0,52 µg/m³. Ingen mätning översteg varken

MKN på 5 µg/m³ eller MKM på 1 µg/m³.

Halterna av 1,3-butadien varierade under våren mellan <0,02 och 0,04 µg/m³ i utomhusluften och mellan 0,03 och 0,15 µg/m³ i inomhusluften, se tabell 3. På hösten var halterna utomhus under kvantifieringsgränsen. I inomhusluften varierade halterna mellan 0,04 och 0,11 µg/m³. Ingen mätning översteg MKM på 0,2 µg/m³.

Tabell 3. Mätning av bensen och 1,3-butadien (µg/m³) i två mätomgångar. Mätningarna genomfördes under vår och höst, inomhus och utomhus på förskolorna Pärlan samt Lärkan.

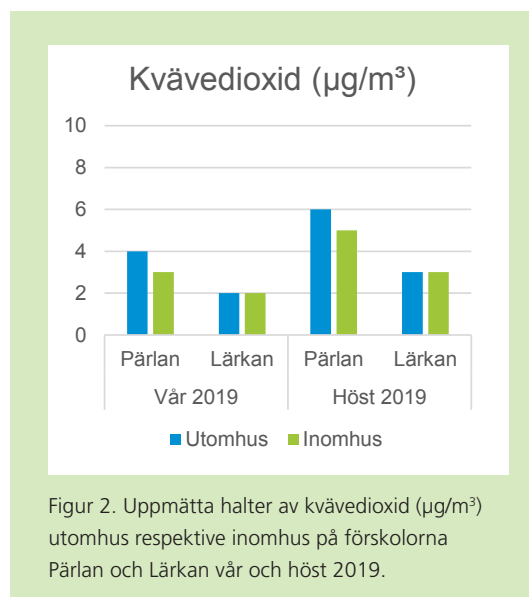
Ämne	Datum	Pärlan		Lärkan	
		Utomhus	Inomhus	Utomhus	Inomhus
Bensen (µg/m³)	Vår	2019-05-13	< 0,28	< 0,28	< 0,28
		2019-05-21	< 0,31	< 0,31	< 0,31
	Höst	2019-09-19	< 0,31	0,31	0,44
		2019-09-26	0,40	< 0,32	< 0,32
1,3-butadien (µg/m³)	Vår	2019-05-13	0,02	0,02	0,05
		2019-05-21	< 0,02	0,04	0,03
	Höst	2019-09-19	< 0,02	< 0,02	0,06
		2019-09-26	< 0,02	< 0,02	0,04

Kvävedioxid

Halterna av kvävedioxid varierade mellan 2 och 6 µg/m³ i utomhus- och inomhusluften. Totalt överskred inga mätvärden MKN på 40 µg/m³ och MKM på 20 µg/m³. Se figur 2 för resultat. Högre halter uppmättes på Pärlan än Lärkan och det var högre halter på hösten än våren. Pärlan hade högre halter i utomhusluften än i inomhusluften. På Lärkan var det samma halter i inomhus- som utomhusluften.

Temperatur och relativ luftfuktighet

Resultat av temperatur (°C) och relativ luftfuktighet (%) under mätperiod 2019-05-14 till 2019-05-26, 2019-09-20 till 2019-10-13 samt 2019-10-14 till 2019-10-25 redovisas i bilaga 1.



Partiklar, pumpad provtagning

PM_{2,5} och PM₁₀ mättes med pumpad provtagning vid två tillfällen under våren på båda förskolorna och visade på halter under kvantifieringsgränsen, se bilaga 2. Vid ett tillfälle på Lärkan var halten 0,50 mg/m³.

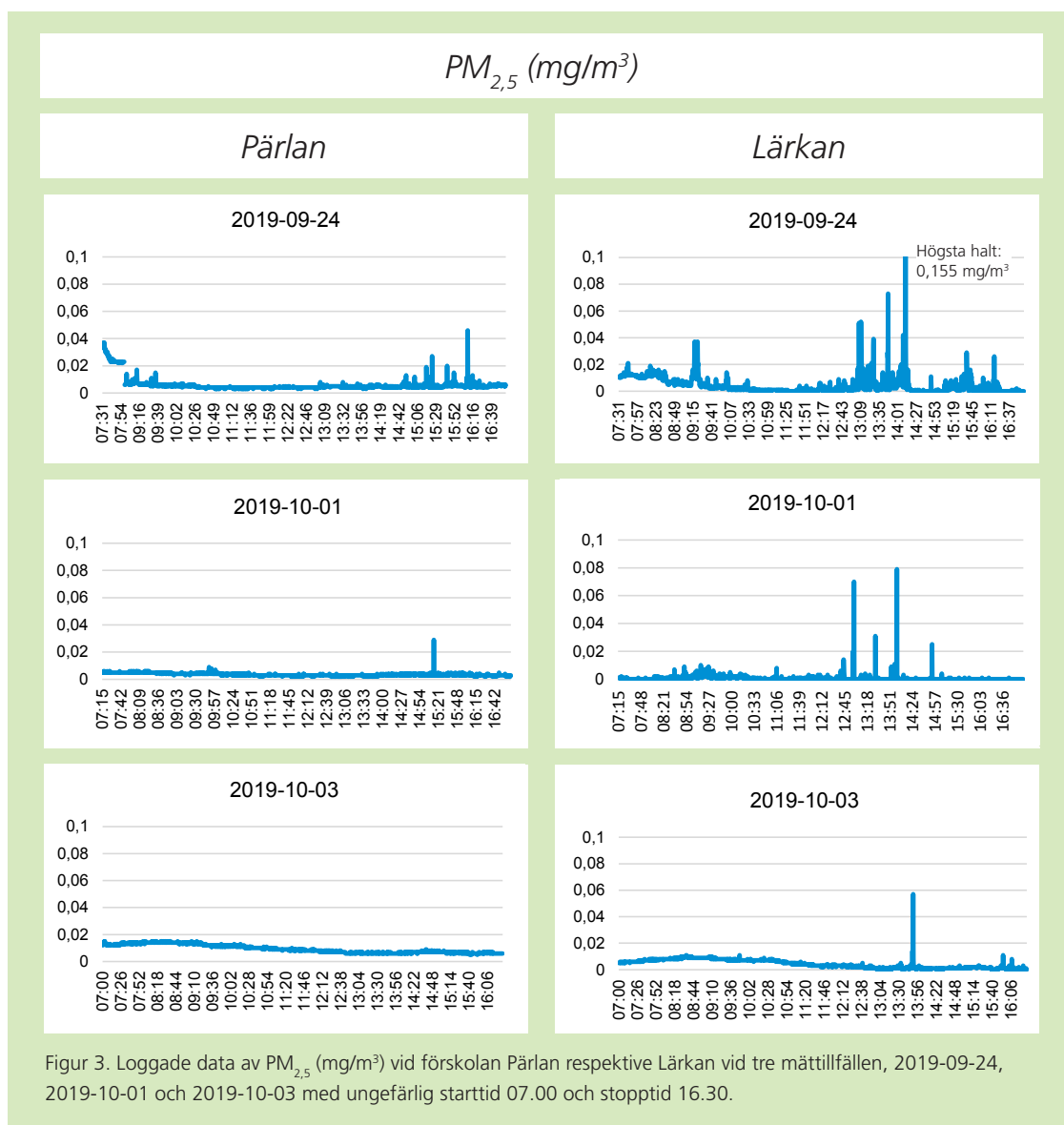
Partiklar, loggad mätdata

Halterna av PM_{2,5} och PM₁₀ loggades på förskolan PärLAN kontinuerligt under tiden 20 september till den 3 oktober. Vid förskolan Lärkan loggades mätdata av PM_{2,5} och PM₁₀

under tre mättillfällen mellan cirka klockan 07.00-16.30, se figur 3 och 4. Mättillfällena var under hösten den 24 september, 1 oktober och den 3 oktober.

För PM_{2,5} och för PM₁₀ var bakgrunds-nivån högre på förskolan PärLAN, vilket även kan ses i figur 6. Förskolan Lärkan hade högre toppar. Den 24 september var den högsta halten 0,155 mg/m³ av PM_{2,5}, den 1 oktober 0,207 mg/m³ samt den 3 oktober 0,178 mg/m³ för PM₁₀.

Mätdagen den 24 september visade på höga toppar av PM_{2,5} och PM₁₀ på förskolan Lärkan mellan cirka klockan 13.00 och 15.00, se figur 5.

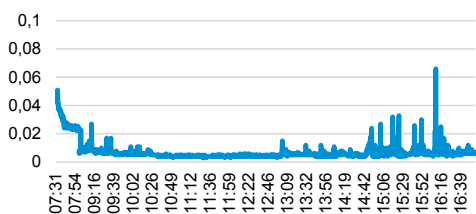


Figur 3. Loggade data av PM_{2,5} (mg/m³) vid förskolan PärLAN respektive Lärkan vid tre mättillfällen, 2019-09-24, 2019-10-01 och 2019-10-03 med ungefärlig starttid 07.00 och stopptid 16.30.

PM_{10} (mg/m³)

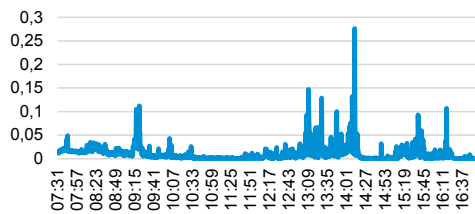
Pärkan

2019-09-24

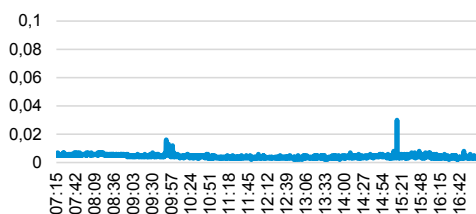


Lärkan

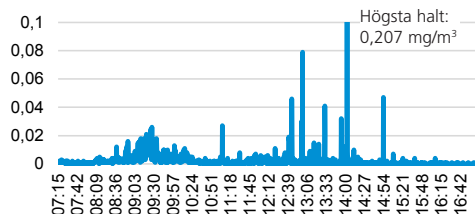
2019-09-24



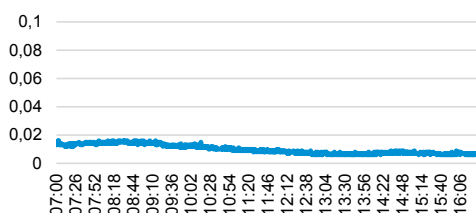
2019-10-01



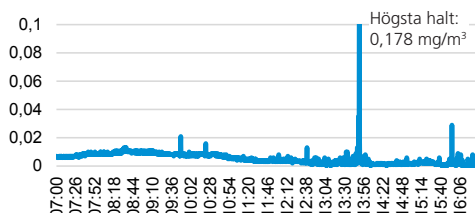
2019-10-01



2019-10-03



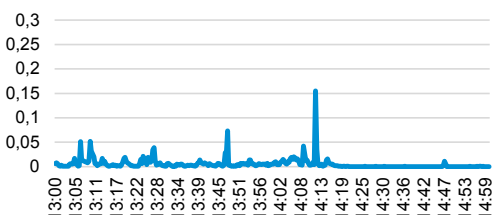
2019-10-03



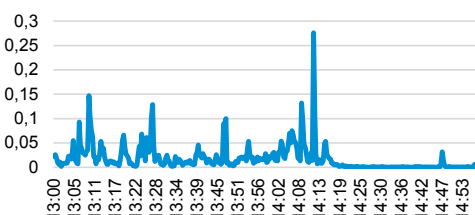
Figur 4. Loggade data av PM_{10} (mg/m³) vid förskolan Pärkan respektive Lärkan vid tre mätillfällen, 2019-09-24, 2019-10-01 och 2019-10-03 med ungefärlig starttid 07.00 och stopptid 16.30.

Lärkan 2019-09-24

$PM_{2,5}$ (mg/m³)



PM_{10} (mg/m³)



Figur 5. Loggade data av $PM_{2,5}$ och PM_{10} (mg/m³) vid förskolan Lärkan den 2019-09-24 mellan cirka klockan 13.00 och 15.00.

Beräknade medel, min- och maxvärden

Loggade mätvärden av $PM_{2,5}$ och PM_{10} på förskolorna Pärlan och Lärkan omräknades till aritmetiskt medelvärde under mät dagarna 24 september, 1 oktober och 3 oktober mellan cirka klockan 07.00 och 16.30, se figur 6 och tabell 4. Även max- och minimumvärden är beräknade. Medelvärdet av $PM_{2,5}$ på Pärlan varierade mellan 0,004 och 0,009 mg/m^3 och på Lärkan mellan 0,001 och 0,004 mg/m^3 . Vidare var maxvärdet på Pärlan 0,046 mg/m^3 och minimumvärdet 0,002 mg/m^3 . På Lärkan var den högsta halten av $PM_{2,5}$ 0,155 mg/m^3 och lägsta halten 0,000 mg/m^3 .

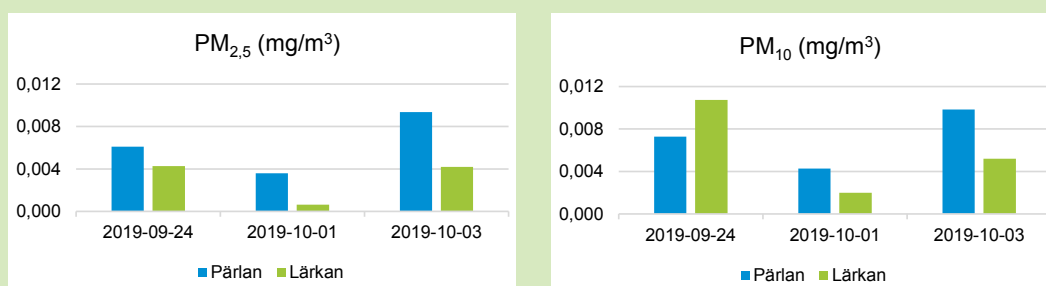
Medelhalten av PM_{10} på förskolan Pärlan låg mellan 0,004 och 0,010 mg/m^3 . Den högsta

halten var 0,066 och den lägsta uppmätta halten var 0,002 mg/m^3 . På förskolan Lärkan var medelhalten mellan 0,002 och 0,011 mg/m^3 . Den högsta uppmätta halten var 0,276 mg/m^3 och den lägsta var 0 mg/m^3 . Den 24 september var medelhalten på Lärkan högre än på Pärlan.

Beräknade värden av partiklar under barnens vistelsetid

För att representera barnens vistelsetid på förskolan Pärlan beräknades halterna av $PM_{2,5}$ och PM_{10} mellan klockan 06.00 och 18.00, förutom sista dagen då stopptiden var klockan 17.00. Loggade mätdata har räknats om till aritmetiskt medelvärde samt max- och minimumvärden, se tabell 5.

Vid första mätomgången med startdatum den



Figur 6. Loggade data omräknade till aritmetiskt medelvärde av $PM_{2,5}$ och PM_{10} (mg/m^3) vid Pärlan respektive Lärkan vid tre mättillfällen, 2019-09-24, 2019-10-01 och 2019-10-03 mellan cirka klockan 07.00 och 16.30.

Tabell 4. Loggade data omräknade till aritmetiskt medelvärde samt max- och minimumvärde av $PM_{2,5}$ och PM_{10} (mg/m^3) på förskolorna Pärlan och Lärkan under tre dagar hösten 2019. Mätningar pågick den 2019-09-24, 2019-10-01 och 2019-10-03 med ungefärlig starttid 07.00 och stopptid 16.30.

Pärlan	$PM_{2,5}$ (mg/m^3)			PM_{10} (mg/m^3)		
	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
2019-09-24	0,006	0,046	0,003	0,007	0,066	0,003
2019-10-01	0,004	0,029	0,002	0,004	0,030	0,002
2019-10-03	0,009	0,015	0,005	0,010	0,016	0,006
Lärkan	$PM_{2,5}$ (mg/m^3)			PM_{10} (mg/m^3)		
	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
2019-09-24	0,004	0,155	0,000	0,011	0,276	0,000
2019-10-01	0,001	0,079	0,000	0,002	0,207	0,000
2019-10-03	0,004	0,057	0,000	0,005	0,178	0,000

20 september och stoppdatum den 3 oktober varierade medelvärden för PM_{2,5} mellan 0,004 och 0,019 mg/m³ och för PM₁₀ mellan 0,004 och 0,021 mg/m³. För PM_{2,5} var det högsta värdet 0,083 mg/m³ och det lägsta värdet 0,002 mg/m³. PM₁₀ hade det högsta värdet på 0,166 och det lägsta värdet låg på 0,002 mg/m³.

Vid andra mätomgången den 15 oktober till den 23 oktober varierade medelvärdet för PM_{2,5} mellan 0,007 och 0,015 mg/m³ och för PM₁₀ mellan 0,007 och 0,017 mg/m³. För PM_{2,5} var det högsta värdet 0,060 mg/m³ och det lägsta värdet 0,003 mg/m³. PM₁₀ hade det högsta värdet på 0,061 och det lägsta värdet låg på 0,003 mg/m³.

Tabell 5. Loggade data omräknade till aritmetiskt medelvärde samt max- och minimumvärde av PM_{2,5} och PM₁₀ (mg/m³) på förskolan Pärlan från den 2019-09-20 till 2019-10-03 och den 2019-10-15 till 2019-10-23. Beräkningar har gjorts för barnens vistelsetid på förskolan mellan klockan 06.00 och 18.00, förutom 2019-10-03 mellan klockan 06.00 och 17.00. Fet text indikerar att miljökvalitetsmålet (MKM) överskrids. MKM för PM_{2,5} är 0,010 mg/m³ och för PM₁₀ 0,015 mg/m³. Den övre utvärderingströskeln (ÖUT) är för PM_{2,5} 0,017 mg/m³ och för PM₁₀ 0,028 mg/m³. Den nedre utvärderingströskeln (NUT) är för PM_{2,5} 0,012 mg/m³ och för PM₁₀ 0,020 mg/m³.

Pärlan	PM _{2,5} (mg/m ³)			PM ₁₀ (mg/m ³)		
	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
Första mätomgången						
2019-09-20	0,011	0,027	0,005	0,012	0,035	0,005
2019-09-21	0,015 ^B	0,046	0,011	0,016	0,046	0,011
2019-09-22	0,019 ^{A, B}	0,083	0,012	0,021 ^B	0,166	0,012
2019-09-23	0,014 ^B	0,021	0,012	0,014	0,035	0,012
2019-09-24	0,009	0,046	0,003	0,010	0,066	0,003
2019-09-25	0,010	0,026	0,006	0,011	0,029	0,007
2019-09-26	0,011	0,031	0,005	0,012	0,047	0,005
2019-09-27	0,017 ^{A, B}	0,036	0,014	0,018	0,037	0,014
2019-09-28	0,015 ^B	0,024	0,011	0,016	0,028	0,012
2019-09-29	0,011	0,023	0,004	0,012	0,025	0,004
2019-09-30	0,009	0,025	0,002	0,010	0,040	0,002
2019-10-01	0,004	0,029	0,002	0,004	0,030	0,002
2019-10-02	0,006	0,021	0,002	0,007	0,022	0,002
2019-10-03	0,009	0,015	0,005	0,010	0,016	0,006
Andra mätomgången						
2019-10-15	0,008	0,019	0,003	0,008	0,019	0,003
2019-10-16	0,008	0,060	0,004	0,008	0,061	0,004
2019-10-17	0,008	0,019	0,006	0,009	0,031	0,006
2019-10-18	0,015 ^B	0,029	0,011	0,016	0,039	0,011
2019-10-19	0,014 ^B	0,020	0,009	0,015	0,021	0,009
2019-10-20	0,011	0,036	0,007	0,012	0,037	0,007
2019-10-21	0,007	0,017	0,005	0,007	0,017	0,005
2019-10-22	0,011	0,018	0,008	0,011	0,024	0,008
2019-10-23	0,015 ^B	0,024	0,009	0,017	0,026	0,010

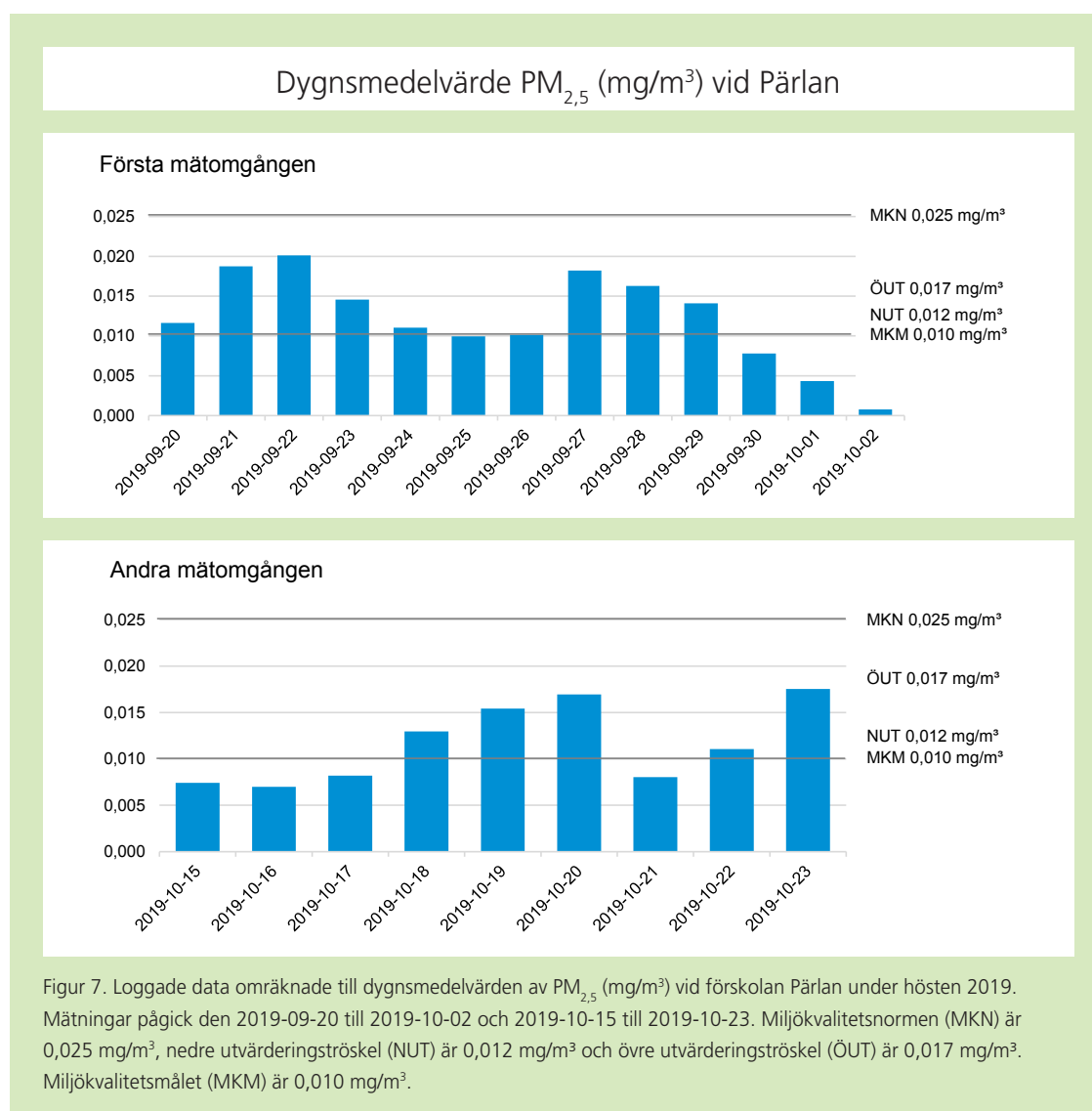
A – Över ÖUT

B – Över NUT

Miljökvalitetsnormen (MKN) för $PM_{2,5}$ är $0,025 \text{ mg/m}^3$. Inget värde överskred MKN. Vid första mätomgången överskreds den övre utvärderingströskeln (ÖUT), på $0,017 \text{ mg/m}^3$ vid 2 av 23 mät dagar (9 %), se tabell 5. Den nedre utvärderingströskeln (NUT) på $0,012 \text{ mg/m}^3$ överskreds i första mätomgången vid 5 av 14 mät dagar (36 %). Vid andra mätomgången överskreds NUT vid 3 av 9 mät dagar (33 %). Sammanlagt överskreds NUT vid 8 av 23 mät dagar (35 %). Miljökvalitetsmålet (MKM) för $PM_{2,5}$ är $0,010 \text{ mg/m}^3$. Vid första mätomgången överskreds MKM vid 9 av 14

mät dagar (64 %) och vid andra mätomgången vid 5 av 9 mät dagar (56 %). Sammanlagt överskreds MKM vid 61 % av vistelsetiden.

MKN för PM_{10} är $0,040 \text{ mg/m}^3$ och ÖUT är $0,028 \text{ mg/m}^3$. Varken MKN eller ÖUT överskreds. NUT på $0,020 \text{ mg/m}^3$ för PM_{10} överskreds endast vid en mät dag. Vid första mätomgången överskreds MKM på $0,010 \text{ mg/m}^3$ för PM_{10} vid 4 av 14 mät dagar (29 %) och vid andra mätomgången vid 3 av 9 mät dagar (33 %). Sammanlagt överskreds MKM för PM_{10} vid 30 % av vistelsetiden.



Beräknade dygnsmedelvärden $PM_{2,5}$

Loggade mätvärden av $PM_{2,5}$ på förskolan Pär-
lan omräknade till dygnsmedelvärde, se figur 7
och tabell 6. Mätningarna pågick från den 20
september till den 2 oktober samt från den 15
oktober till den 23 oktober. Medelvärdet varie-
rade mellan 0,004 och 0,020 mg/m^3 den första
perioden och mellan 0,007 och 0,018 under
den andra perioden.

Inget värde överskred MKN. ÖUT överskreds
under 3 av 13 dygn (23 %) vid första mätom-
gången. Vid andra mätomgången överskreds
ÖUT vid 2 av 9 dygn (22 %). Sammanlagt
överskreds ÖUT vid 5 av 22 dygn (23 %).
NUT överskreds vid 7 av 13 dygn (54 %) vid
första mätomgången. Vid andra mätomgången
överskreds NUT vid 4 av 9 dygn (44 %).
Sammanlagt överskreds NUT vid 11 av 22
dygn (50 %). MKM överskreds vid första mät-
omgången under 10 av 13 dygn (77 %). Vid
andra mätomgången överskreds MKM vid 5 av
9 dygn (56 %) och sammanlagt 15 av 22 dygn
(68 %).

Beräknade dygnsmedelvärden PM_{10}

Loggade mätvärden av PM_{10} på förskolan Pär-
lan omräknade till dygnsmedelvärde, se figur 8
och tabell 6. Den första mätomgången pågick
från den 20 september till den 2 oktober och
den andra mätomgången från den 15 oktober
till den 23 oktober. Medelvärdet varierade mel-
lan 0,005 och 0,022 mg/m^3 den första perio-
den och mellan 0,007 och 0,019 mg/m^3 under
den andra perioden.

Inget PM_{10} -värde överskred MKN eller ÖUT
på 0,028 mg/m^3 . NUT på 0,020 mg/m^3 över-
skreds vid 2 av 13 dygn (15 %) vid första mät-
omgången. Vid andra mätomgången överskreds
inte NUT någon gång. Sammanlagt överskreds
NUT vid 2 av 22 dygn (9 %). MKM för PM_{10}
överskreds vid första mätomgången vid 6 av
13 dygn (46 %). Vid andra mätomgången
överskreds MKM vid 3 av 9 dygn (33 %) och
sammanlagt 9 av 22 dygn (41 %).

Tabell 6. Loggade data omräknade till dygnsmedelvärden
av $PM_{2,5}$ och PM_{10} (mg/m^3) vid Pär-
lan under hösten
2019. Mätningar pågick den 2019-09-20 till 2019-10-
02 och 2019-10-15 till 2019-10-23. Fet text indikerar
att miljö kvalitetsmålet (MKM) överskreds. MKM för $PM_{2,5}$
är 0,010 mg/m^3 och för PM_{10} 0,015 mg/m^3 . Den övre
utvärderingströskeln (ÖUT) är för $PM_{2,5}$ 0,017 mg/m^3 och
för PM_{10} 0,028 mg/m^3 . Den nedre utvärderingströskeln
(NUT) är för $PM_{2,5}$ 0,012 mg/m^3 och för PM_{10}
0,020 mg/m^3 .

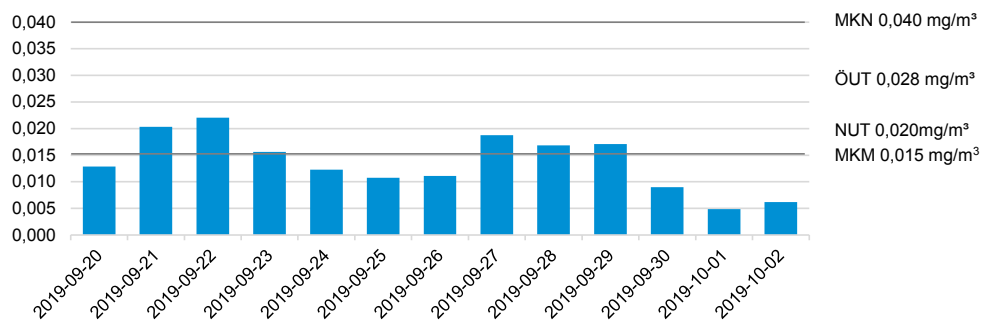
Dygnsmedelvärde vid Pär- lan: $PM_{2,5}$ och PM_{10}		
Datum	$PM_{2,5}$ (mg/m^3)	PM_{10} (mg/m^3)
Första mätomgången		
2019-09-20	0,012^B	0,013
2019-09-21	0,019^{A, B}	0,020^B
2019-09-22	0,020^{A, B}	0,022^B
2019-09-23	0,015^B	0,016
2019-09-24	0,011	0,012
2019-09-25	0,010	0,011
2019-09-26	0,010	0,011
2019-09-27	0,018^{A, B}	0,019
2019-09-28	0,016^B	0,017
2019-09-29	0,014^B	0,017
2019-09-30	0,008	0,009
2019-10-01	0,004	0,005
2019-10-02	0,006	0,006
Andra mätomgången		
2019-10-15	0,007	0,008
2019-10-16	0,007	0,007
2019-10-17	0,008	0,009
2019-10-18	0,013^B	0,014
2019-10-19	0,015^B	0,016
2019-10-20	0,017^{A, B}	0,018
2019-10-21	0,008	0,008
2019-10-22	0,011	0,012
2019-10-23	0,018^{A, B}	0,019

A – Över ÖUT

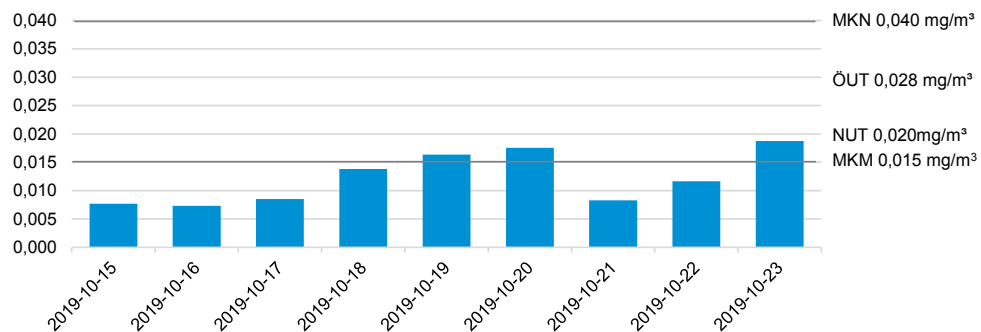
B – Över NUT

Dygnsmedelvärde PM₁₀ (mg/m³) vid Pärlan

Första mätomgången



Andra mätomgången



Figur 8. Loggade data omräknade till dygnsmedelvärden av PM₁₀ (mg/m³) vid förskolan Pärlan under två perioder under hösten 2019. Mätningar pågick den 2019-09-20 till 2019-10-02 och 2019-10-15 till 2019-10-23. Miljökvalitetsnormen (MKN) är 0,040 mg/m³, nedre utvärderingströskel (NUT) är 0,020 mg/m³ och övre utvärderingströskel (ÖUT) är 0,028 mg/m³. Miljökvalitetsmålet (MKM) är 0,015 mg/m³.

Diskussion

Luftföroreningar utomhus är ett stort miljöhälsoproblem som påverkar alla, speciellt i större städer. Halterna av luftföroreningar i Sverige har minskat, men det är framför allt utsläpp från trafik och vedeldning som är de två kvarstående problemen. Mätningarna på förskolorna Pärnan och Lärkan är utförda under 1 till 2 veckor och jämförande miljö kvalitetsnorm (MKN) och miljö kvalitetsmål (MKM) är baserade på årsmedelvärden. Värden under dessa riktvärden behöver inte betyda att årsmedelvärdet inte överskrids. Situationen kan naturligtvis även vara den motsatta så att ett högt värde under en mätperiod ändå kan underskrida årsmedelvärdet. MKM är mål som beskriver de halter för luftkvalitet som vi ska uppnå till år 2020 för att förbättra luftkvaliteten.

Vid mätning under en kort tid påverkas mätresultatet starkt av väder, vind och trafik med mera. Mätningar under en längre tidsperiod skulle ge en mer rättvis bild av hur luftföroreningssituationen ser ut på förskolorna Pärnan och Lärkan i Karlskoga och man skulle då kunna jämföra mot MKN och MKM. Vi har dock valt att jämföra mot de riktvärden och mål som finns trots korta mätperioder.

Vid de valda mättillfällena i utomhusluften var halterna av bensen, 1,3-butadien och kvävedioxid på förskolorna Pärnan och Lärkan under MKN och MKM. År 2016 utfördes luftmätningar i Lindesberg som en del av Naturvårdsverkets hälsorelaterade miljöövervakning (HÄMI) [23]. Sex mätomgångar av bensen, 1,3-butadien och kvävedioxid i utomhusluften utfördes. Även där konstaterades att inget av ämnena överskred värden över MKN och MKM.

Vid mätningar av inomhusluften var halterna av bensen, 1,3-butadien och kvävedioxid på förskolorna Pärnan och Lärkan även här under MKN och MKM. År 2016 utfördes även inomhusmätningar på fem förskolor i Lindesberg

[24]. Resultatet visade då att inga av de provtagna ämnena var över MKN och MKM.

Resultaten av $PM_{2,5}$ och PM_{10} vid de pumpade provtagningarna visade på halter under kvantifieringsgränsen förutom i ett prov. Detta kan sannolikt bero på en för kort mättid. Eftersom mätutrustningen var placerad utomhus kunde mätning endast ske under dagtid då förskolorna var öppna. Idealiskt hade varit att mäta under flera dagar eller veckor. Det erhållna värdet på Lärkan berodde troligtvis på stor mängd pollen som vid mättillfället fanns i luften.

Resultaten av loggad mätdata av partiklar, $PM_{2,5}$ och PM_{10} , visar att inga mätningar överskred MKN. Generellt visar resultaten på högre bakgrunds nivåer av partiklar på förskolan Pärnan medan förskolan Lärkan hade högre toppar under eftermiddagen. Topparna kan bero på att hämtning av barn sker med bil under eftermiddagarna och enligt personalen på förskolan Lärkan är det vanligt med tomgångskörning vid hämtning. Vid en mät dag, 24 september, var medelvärdet av PM_{10} högre på Lärkan än på Pärnan. Det är dock endast tre utförda mätningar på förskolan Lärkan vilket är för kort mättid för att ge en rättvis bild av hur luftföroreningssituationen ser ut.

Barnen vistas under stor del av dagen på förskolan. Den beräknade medelhalten av $PM_{2,5}$ och PM_{10} under barnens vistelsetid 06.00 till 18.00 på Pärnan överskred den övre utvärderingströskeln (ÖUT) vid enstaka tillfällen. Den nedre utvärderingströskeln (NUT) överskreds för $PM_{2,5}$ vid en tredjedel av mät dagarna. Däremot så överskreds MKM för $PM_{2,5}$ vid 61 % av mät dagarna och för PM_{10} vid 30 % av dagarna.

Om man tittar på dygnsmedelvärden överskreds ÖUT för $PM_{2,5}$ vid 23 % av mät dagarna och NUT under hälften av mät dagarna. Höga halter av PM_{10} förekommer främst på våren på grund av att vägdamm sprids och utförda mätningar är gjorda på hösten. NUT överskreds

endast vid två tillfällen och ÖUT inte alls. Däremot överskreds MKM för $PM_{2,5}$ vid 68 % av mätningarna och för PM_{10} vid 41 %.

En viktig aspekt är att mätningarna endast är gjorda under en kort tidsperiod. Det är för få mätningar för att dra några långtgående slutsatser, men det ger ändå en indikation på hur det ser ut i de aktuella miljöerna. Värden över MKM-nivån visar att mer arbete behöver göras för att målen ska nås.

Det är positivt att nivåerna av de undersökta ämnena på förskolorna är relativt låga men små barn är fysiskt mer känsliga för påverkan från luftföroreningar. Det har även konstaterats att genom att sänka luftföroreningshalterna till lägre nivåer så kan stora hälsovinster uppnås.

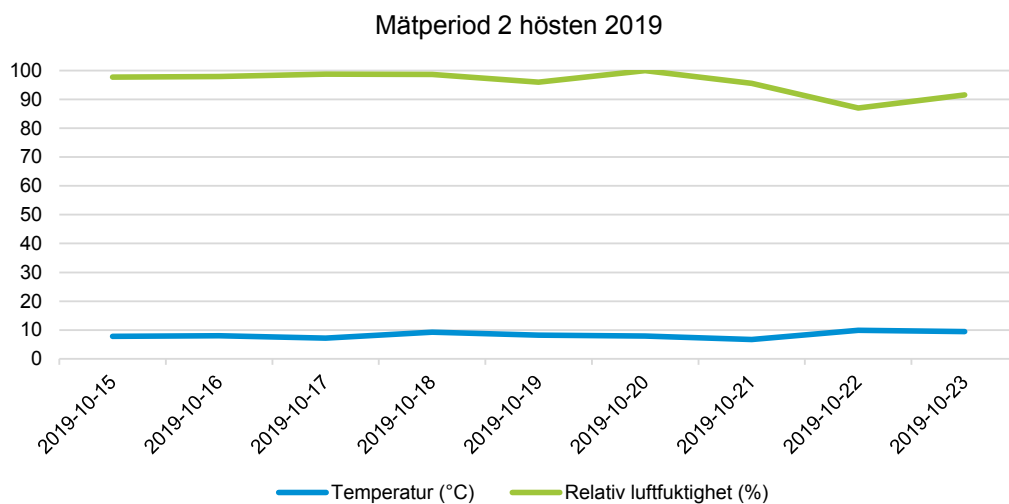
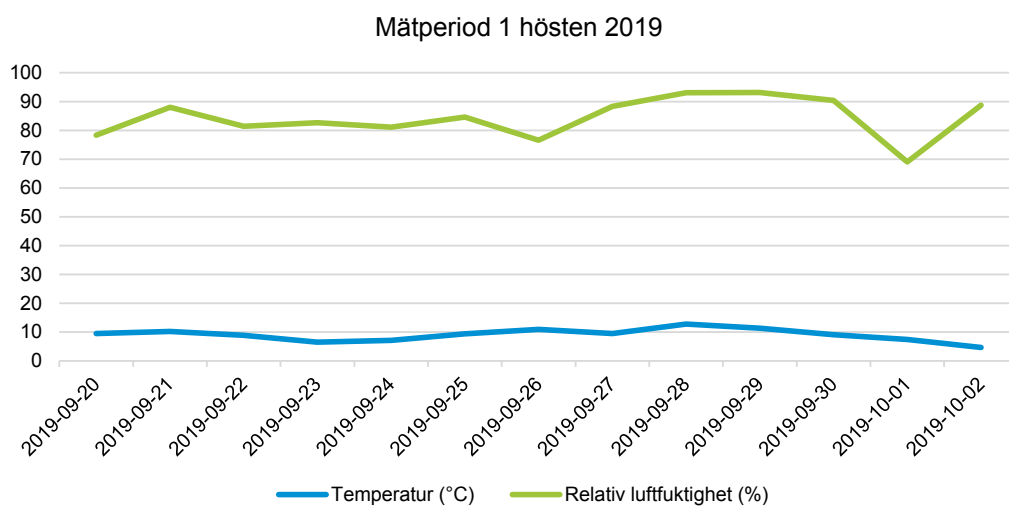
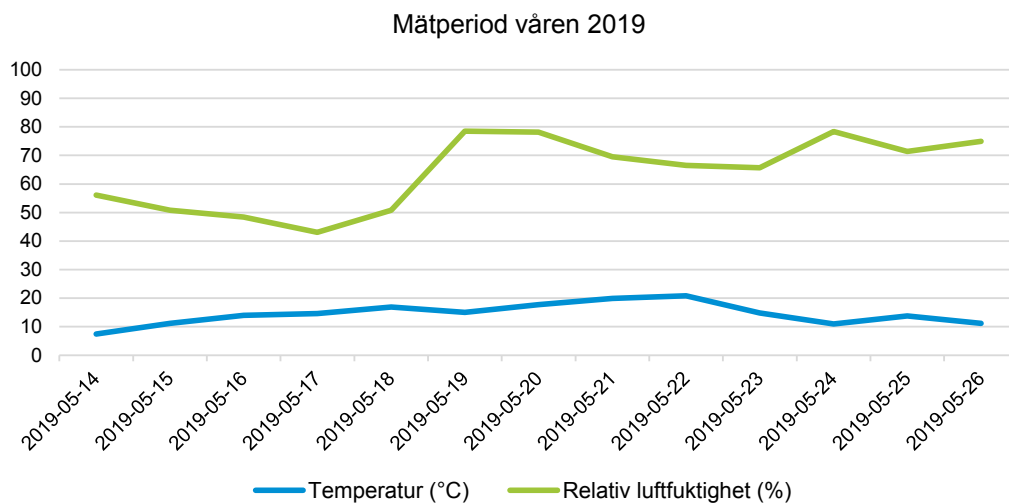
Dessa kunskaper är av största vikt att ta hänsyn till vid placering av förskolor och vid nybyggnation av förskolor. För att säkerställa en säker och hälsosam miljö bör förskolor inte placeras i anslutning till trafikerade miljöer och förskolegårdar bör placeras skyddade från trafik. Det är också viktigt att möjliggöra hämtning och lämning på förskolan till fots, med cykel eller via kollektivtrafik. För att minska exponeringen för luftföroreningar bör även tomgångskörning förbjudas utanför förskolan i samband med hämtning och lämning. Slutligen bör samhällsplaneringen ta bättre hänsyn till barnen och placera förskolor i områden där nivåerna av luftföroreningar och buller är låga.



Referenser

1. Stroh, E., Luftkvalitén i barns utemiljö – en kunskapsinventering. 2019, Lunds Universitet: Lund.
2. Naturvårdsverket, Luft & miljö - Barns hälsa. Om luftmiljön och svensk luftövervakning. 2017.
3. Naturvårdsverket, SCARP - Om luftföroreningar och luftföroreningars effekter. Forskning för politiska beslut i Sverige och Europa. 2013.
4. Centrum för arbets- och miljömedicin, Luftföroreningar och hälsa. 2006, Centrum för arbets- och miljömedicin, Stockholms Läns Landsting.
5. Brockmeyer, S. and A. D'Angiulli, How air pollution alters brain development: the role of neuroinflammation. *Transl Neurosci*, 2016. 7(1): p. 24-30.
6. Landrigan, P.J., et al., The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*, 2017. 391: p. 462–512.
7. Institutet för miljömedicin, Miljöhälsorapport 2017. 2017: Folkhälsomyndigheten.
8. WSP Samhällsbyggnad, Bullerberäkning Pärlgatan - kv Varfågeln m fl. 2013: Örebro.
9. WSP Samhällsbyggnad, Luftföroreningar kv Varfågeln Karlskoga., 2013: Örebro.
10. Karlsson E and Sunesson W, Detaljerad riskbedömning för detaljplan Pärlgatan - del av Kv. Varfågeln m.fl, Karlskoga. 2013: WSP Linköping.
11. Sveriges Riksdag, Luftkvalitetsförordning. 2010, SFS 2010:477: Svensk författningssamling.
12. Naturvårdsverket. Frisk Luft. 2019 [cited 2019 -11-29]; Available from: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Frisk-luft/>.
13. Norman. M and Lövenheim. B, Mätprogram för samverkansområde tätortsluft i Örebro län. 2016, Miljöförvaltningen Stockholm: SLB-analys.
14. International Agency for Research on Cancer (IARC). List of Classifications. 2019 [cited 2019 -12-02]; Available from: http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php.
15. IARC Monographs, Chemical agents and related occupations - A review of human carcinogens. 2012.
16. Finnberg N, et al., Kortfattad riskbedömning av 1,3-butadien. 2004: Institutet för miljömedicin. Karolinska Institutet. IMM-rapport 1.
17. Karolinska Institutet, Institutet för miljömedicin (IMM). Kväveoxid 2014 [cited 2019 -11-29]; Available from: <http://ki.se/imm/kvaveoxid>.
18. Beelen, R., et al., Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*, 2014. 383(9919): p. 785-95.
19. Naturvårdsverket. Fakta om partiklar i luft. 2019 [cited 2019 -11-29]; Available from: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/Partiklar/>.
20. Naturvårdsverket, Luftguiden: handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft. Version 4. 2019: Bromma.
21. Institutet för miljömedicin (IMM). Luftföroreningar. 2018 [cited 2019 -11-25]; Available from: <https://ki.se/imm/luftfororeningar>.
22. WHO. Air pollution. 2018 [cited 2019 -11-25]; Available from: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/.
23. Mannerling A-C and Hagström K, Hälsorelaterad miljöövervakning Cancerframkallande ämnen i tätortsluft Lindesberg 2016. 2017: Arbets- och miljömedicin, Region Örebro län.
24. Mannerling A-C, Barns miljö i förskolan. 2016: Arbets- och miljömedicin, Region Örebro län.

Bilaga 1. Dygnsmedelvärde av temperatur (°C) och relativ luftfuktighet (%) vid förskolan Pärlan.



Bilaga 2. Partiklar pumpad provtagning vid förskolorna Pärlan och Lärkan.

	PM_{2,5} (mg/m³)		PM₁₀ (mg/m³)	
	Pärlan	Lärkan	Pärlan	Lärkan
2019-05-13	<0,084	<0,10	<0,086	<0,11
2019-05-22	<0,089	0,50	<0,092	<0,10

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna i Södermanlands, Värmlands, Örebro och Västmanlands län. Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

