

Dammbindning Södertälje 2017 och 2019

Utvärdering av effekten av dammbindning med CMA

Max Elmgren



Utfört på uppdrag av Södertälje Kommun

SLB 33:2019

Uppdragsnummer	2019118
Daterad	2019-08-30
Handläggare	Max Elmgren, 08-122 89 30
Status	Granskad av Beatrice Säll på SLB-analys

Förord

På uppdrag av Södertälje kommun har SLB-analys fått i uppgift att utvärdera effekten av utförd dammbindning med CMA i Södertälje för åren 2017 och 2019. Mätdata från mätstationerna på Turingegatan och Birkakorset i Södertälje, mätdata från en regional bakgrundsstation i Norr Malma, samt meteorologidata från Högdalen används. Utöver mätdata används en loggbok över utförda dammbindningstillfällen under våren 2017 och anvisningar till när dammbindning utförts under 2019. Med alla data har dammbindningen effekt i Södertälje kunnat bestämmas. Denna rapport har tagits fram av Max Elmgren på SLB-analys.

Innehåll

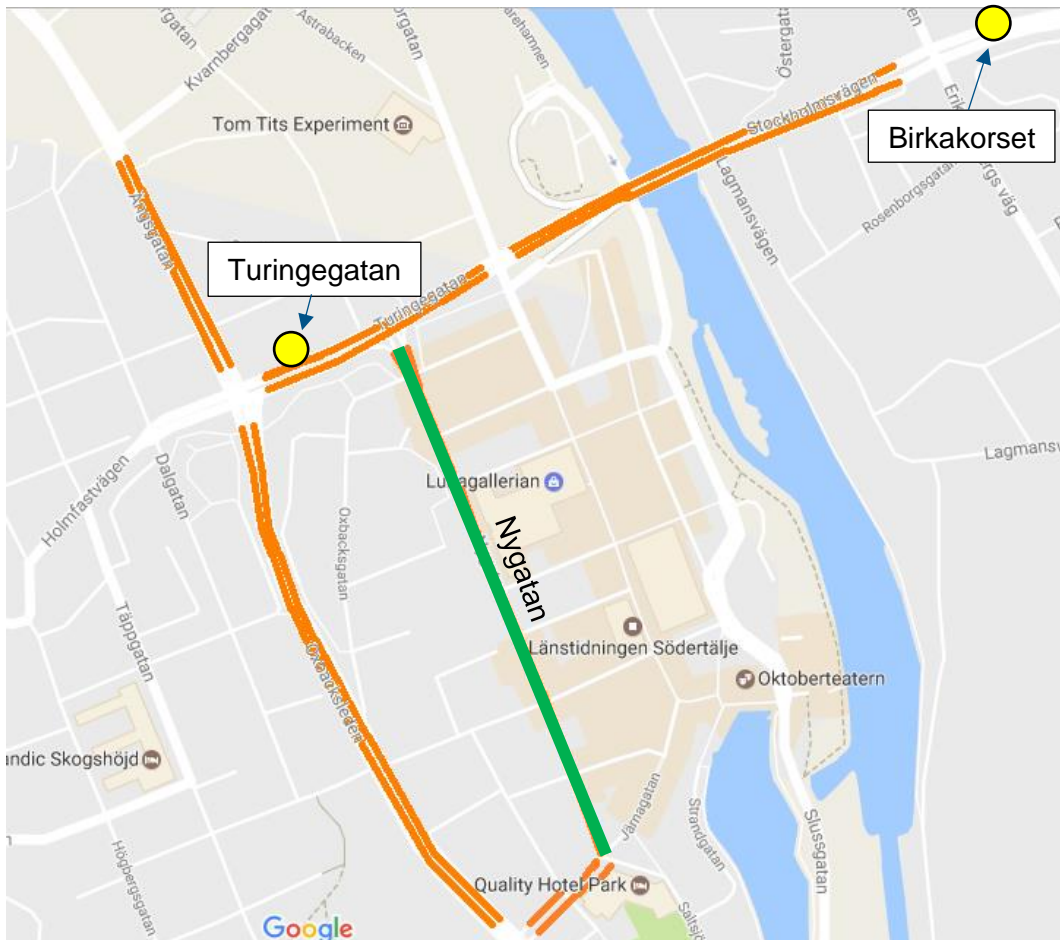
Bakgrund.....	1
Metod.....	3
Resultat.....	5
Diskussion & Slutsats.....	14
Referenser	15

Bakgrund

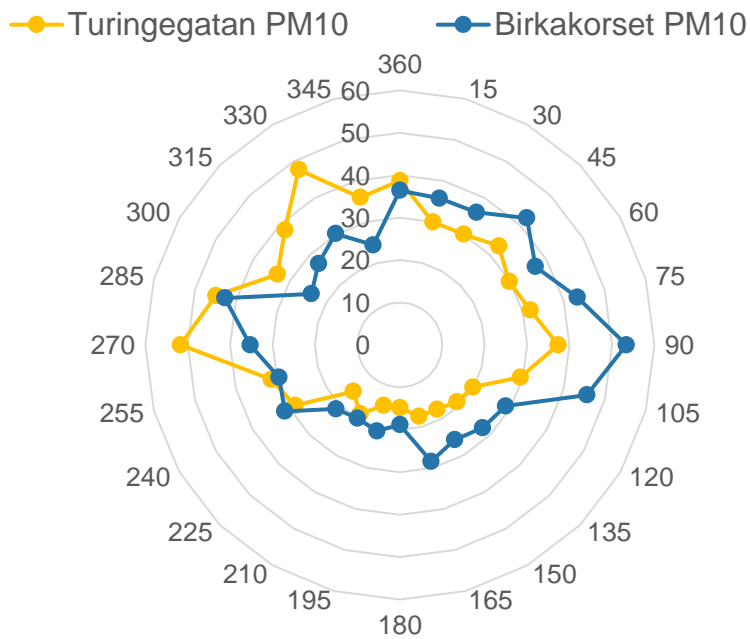
Dammbindning med CMA som åtgärd för att minska halterna av skadliga luftburna partiklar i luften har använts länge i Stockholm, och har utvärderats under flera studier. Resultaten från studierna har tillskrivit dammbindning med CMA en sänkning av det lokala bidraget av dygnsmedelvärdet av PM_{10} med mellan 25–40% samt ökad effekt vid utläggning nästkommande dag efter (Gustafsson et al., 2010; Johansson et al., 2004). CMA är ett hygroskopiskt salt som suger upp fukt från luften och på så vis håller vägbanan fuktig under en längre tid. Vid låg luftfuktighet torkar även CMA upp och tappar sin effekt, litteraturen är inte ense om vid vilket luftfuktighet detta sker.

I Södertälje finns två mätstationer för mätning av luftburna partiklar PM_{10} , Turingegatan och Birkakorset. (se punkter i Figur 1), utöver PM_{10} mäts även kväveoxider, NO, NO_2 och NO_x vid mätstationen Turingegatan. Södertälje har sedan mätningarnas start 2013 varit nära att överskrida miljö kvalitetsnormen för PM_{10} . 2018 överskred Birkakorset miljö kvalitetsnormen för PM_{10} . I åtgärdsprogrammet för luftkvalitet finns dammbindning med som åtgärd mot PM_{10} och Södertälje började dammbinda med CMA våren 2017. Totalt utfördes 13 stycken dammbindningar med kalcium-magnesium-acetat CMA från 13 mars till 28 april 2017. Dammbindning utfördes då vädret förväntades vara speciellt gynnsamt för höga partikelhalter, d.v.s. torr körbana och ingen prognosticerad nederbörd. 2018 utfördes ingen dammbindning. 2019 utfördes dammbindning utifrån ett fast schema. Kl. 7-8 på morgonen måndag, onsdag och fredag frånsett helgdagar eller dagar då vägbanan var märkbart blöt. 2019 utökades även dammbindningen till att inkludera Nygatan till skillnad från 2017, se Figur 1. Totala antalet dammbindningar 2019 är ovisst då det inte förts någon logg över utläggningar av CMA, men i beräkningarna har 20 tillfällen använts. Dammbindningarna började dock 11 februari och slutade 26 april. Vägsträckan förbi mätstationen Birkakorset dammbinds inte med anledning att Birkakorset kan fungera som en referensplats för att underlätta utvärdering av effekten av dammbindning. Se Figur 1 för placering av mätstationer och vägsträckor som dammbinds i Södertälje.

Placeringen av mätstationerna Birkakorset och Turingegatan påverkas av vindriktningen på olika sätt. Turingegatan är ett enkelsidigt gaturum, med fasad på sidan närmast mätstationen, norra sidan om Turingegatan. Birkakorset är ett mer öppet gaturum, skillnaderna påverkar halterna främst genom att nordvästlig vind ger högre halter på Turingegatan än på Birkakorset. Sydostlig vind resulterar i högre halter vid Birkakorset. Figur 2 som visar medelhalterna av PM_{10} för både Turingegatan och Birkakorset under januari till maj 2018 beroende på vindriktning. 2018 och månaderna januari till maj är utvalda dels för att ingen dammbindning utfördes 2018 samt att januari till maj har högre halter av PM_{10} än resten av året.



Figur 1. Placering av mätstationer i Södertälje (gula markörer) samt vägsträckning där dammbindning med CMA utförts 2017, och utökad med Nygatan (grön sträcka) 2019.



Figur 2. Vindros som visar medelhalterna per vindriktning à 15° av PM₁₀ under höghaltsperioden januari-maj 2018 för Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå).

Metod

PM₁₀-data från Turingegatan och Birkakorsets mätstationer för perioden jan-april 2017, jan-april 2018, jan-april 2019 har använts i analysen i denna rapport.

Meteorologiska data är hämtat från östra Sveriges luftvårdsförbunds meteorologimast i Högdalen. Data över nederbörd är hämtat från SMHI:s väderstation i Tullinge då den stationen ligger betydligt närmare Södertälje och nederbörd tenderar att vara mer lokalt betonat än vindstyrka och vindriktning.

Dammbindning kan endast påverka det lokala bidraget av PM₁₀ därför måste bakgrundshalterna av PM₁₀ subtraheras från mätvärdena. Södertälje har ingen egen bakgrundsstation för partiklar, därför används data från den regionala bakgrundsstationen i Norr Malma utanför Norrtälje norr om Stockholm. Vid våt körbana kommer det lokala bidraget av PM₁₀ vara nära noll, men vid torr körbana kan det lokala bidraget vara mycket högre än bakgrundshalterna av PM₁₀. Mätstationen på Turingegatan mäter även kväveoxider; NO_x, NO och NO₂, som inte påverkas av körbanans fuktighet utan endast trafikens utsläpp. Den naturliga bakgrunden för NO_x är minimal. Förhållandet mellan PM₁₀ och NO_x beror till stor del på körbanans fuktighet. Vid våt körbana kommer kvoten vara låg, <1.0 vilket innebär att den lokala halten av PM₁₀ är lägre än halten av NO_x. Om kvoten är hög t.ex. 4 betyder det att det finns fyra gånger så mycket PM₁₀ som NO_x i den uppmätta luften. Höga PM₁₀/NO_x-kvoter är vanliga vid torra dagar under våren så länge det finns tillgängligt vägdamm på gatorna. Ett högt värde på PM₁₀/NO_x-kvoten betyder inte nödvändigtvis att det lokala bidraget av PM₁₀ är högt, utan en hög kvot kan också bero på att NO_x-halten är låg, exempelvis kan tidiga morgnar med lite trafik ha en hög kvot trots låga halter av PM₁₀. Om PM₁₀/NO_x-kvoten är hög under rusningstrafik är det högst troligt att körbanan är torr och att halterna av PM₁₀ därmed är höga. Vid dammbindning nattetid eller under morgontimmarna kan man anta att PM₁₀/NO_x-kvoten sjunker och att kvoten bör vara lägre under större delen av dagen jämfört med torra dagar utan dammbindning. Effekten av dammbindning ses bäst i jämförelse mellan medelvärden för PM₁₀/NO_x-kvoten för dagar med dammbindning ställt mot medelvärden för dagar med torrt väder som dammbindning inte utförts.

I början av höghaltsperioden, februari till mars, är luftfuktigheten vanligtvis lite högre än i april och maj, vilket medför att CMA har bättre effekt, då den inte torkar upp lika fort. Dagarna är dessutom kortare vilket innebär färre timmar med låg luftfuktighet och mer tid för CMA att påverka PM₁₀-halten. För att åskådliggöra detta har medelvärden för dygnsvariationer av PM₁₀/NO_x-kvoten tagits fram för varje månad mellan mars, april 2017 och februari, mars, april 2019.

För att kvantifiera effekten av dammbindning antas att PM₁₀/NO_x-kvoten skulle se likadan ut dagar med dammbindning som torra dagar utan dammbindning om dammbindning inte hade utförts. Om det är skillnad i PM₁₀/NO_x-kvoten mellan CMA-dagar och torra dagar så används skillnaden för att beräkna hur höga halterna av PM₁₀ hade varit om dammbindning inte utförts. Detta är ett grovt antagande som egentligen endast gäller om dagarna som jämförs är meteorologiskt lika samt att det finns lika stora mängder tillgängligt vägdamm på gatorna. Trafiken anses vara den mest repeterbara parametern med endast mindre variationer mellan olika vardagar och används därför inte som parameter i analysen.

Dammbindning 2017 är utförd enligt Tabell 1. Effekten av dammbindning antas hålla i sig under följande dygn om dammbindningen är utförd på natten, och resterande delen av dygnet om dammbindningen är utförd under morgonen. Utläggning av CMA två dagar i följd antas inte ge större effekt.

Tabell 1. Datum och tid för dammbindning med CMA 2017

2017-03-13	23:00 regnade
2017-03-14	23:00 (22:00-00:00)
2017-03-22	23:00
2017-03-23	22:30
2017-03-25	06:45
2017-03-26	22:30
2017-03-27	22:00
2017-04-02	22:00-24:00
2017-04-04	02:30-03:30
2017-04-06	04:30-06:30
2017-04-06	22:45
2017-04-19	22:30
2017-04-28	23:00

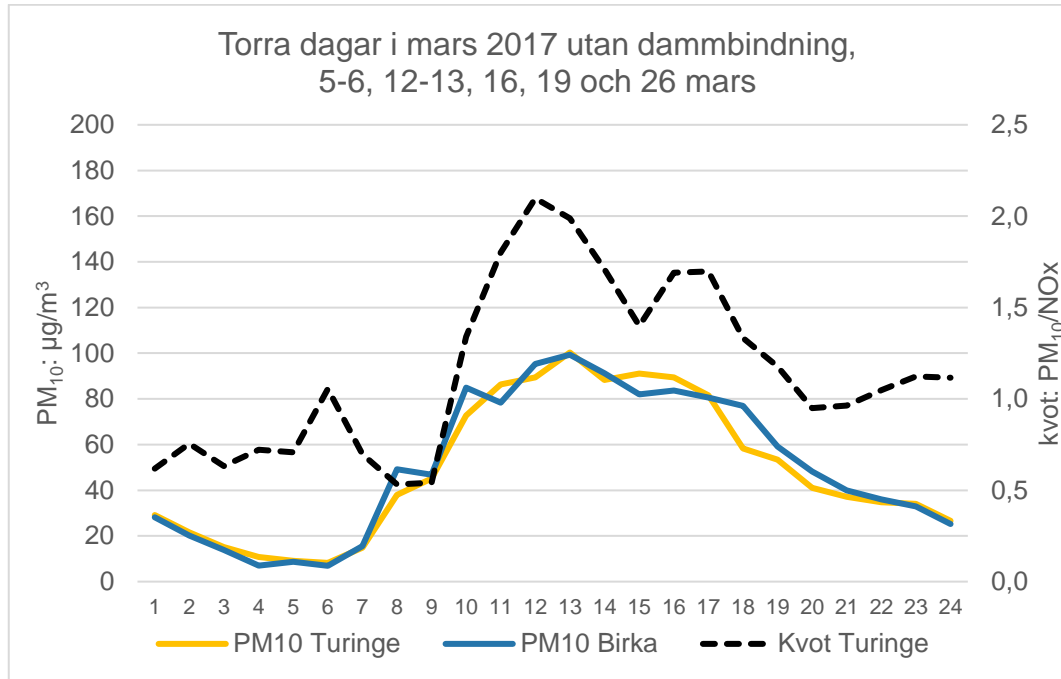
Dammbindningar 2019 har inte noterats i någon loggbok, men utläggningar av dammbindning har utförts utifrån följande schema; måndag, -onsdag och -fredag morgon om det inte råder blött väglag. De dagar det antas ha utförts dammbindning i denna rapport redovisas i Tabell 2. Med hjälp av vägfuktskameran som installerades i Södertälje under våren 2019 har vissa dagar kunnat uteslutits där det enligt dammbindningsschemat borde varit dammbindning men enligt fuktkameran är blött. Även dagar då det börjat regna under dagen har tagits bort ur analysen då det skulle tillskriva dammbindningen alldeles för stor effekt.

Tabell 2. Mest troliga datum och tid för dammbindning med CMA 2019

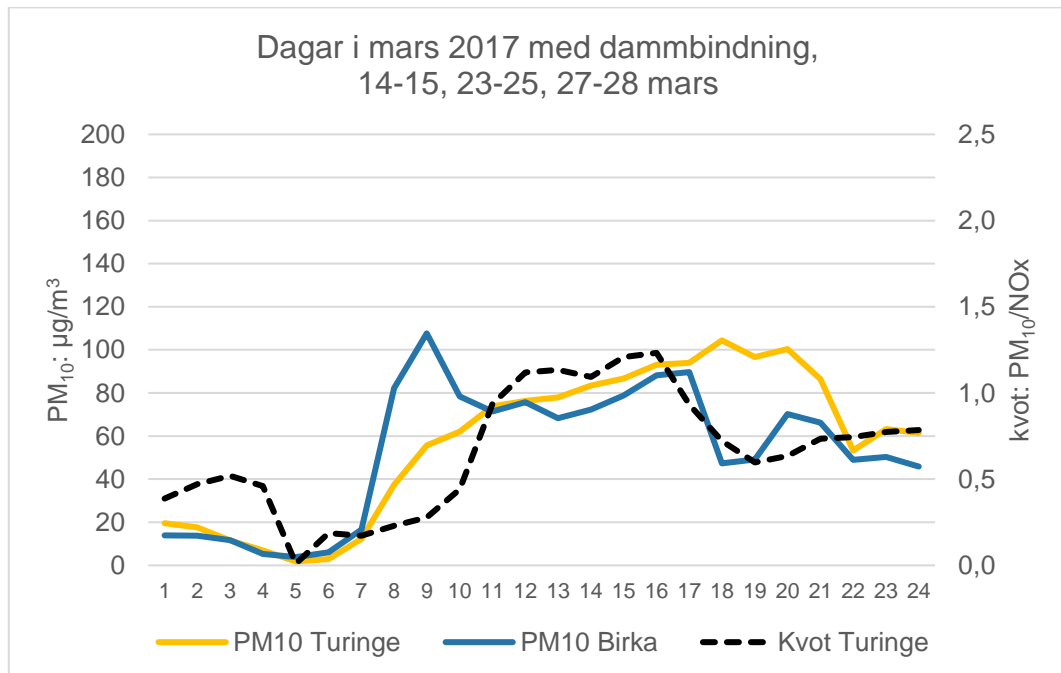
2019-02-20	07:00-08:00
2019-02-22	07:00-08:00
2019-03-25	07:00-08:00
2019-02-27	07:00-08:00
2019-03-01	07:00-08:00
2019-03-11	07:00-08:00
2019-03-22	07:00-08:00
2019-03-25	07:00-08:00
2019-03-27	07:00-08:00
2019-03-29	07:00-08:00
2019-04-01	07:00-08:00
2019-04-03	07:00-08:00
2019-04-05	07:00-08:00
2019-04-08	07:00-08:00
2019-04-10	07:00-08:00
2019-04-12	07:00-08:00
2019-04-15	07:00-08:00
2019-04-17	07:00-08:00
2019-04-24	07:00-08:00
2019-04-26	07:00-08:00

Resultat

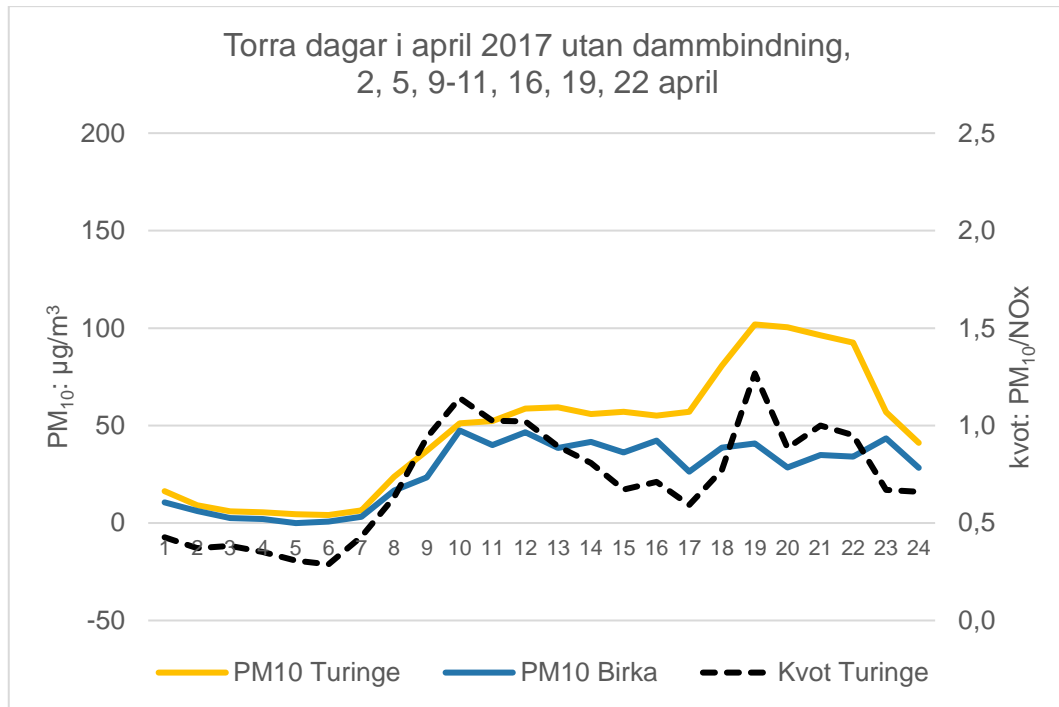
Resultaten som presenteras här är skapade enligt metodbeskrivningen och visar PM_{10}/NO_x -kvoten för varje månad under höghaltsperioden av PM_{10} februari-april. Utöver kvoten visas även dygnsvariationen av PM_{10} för både Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå).



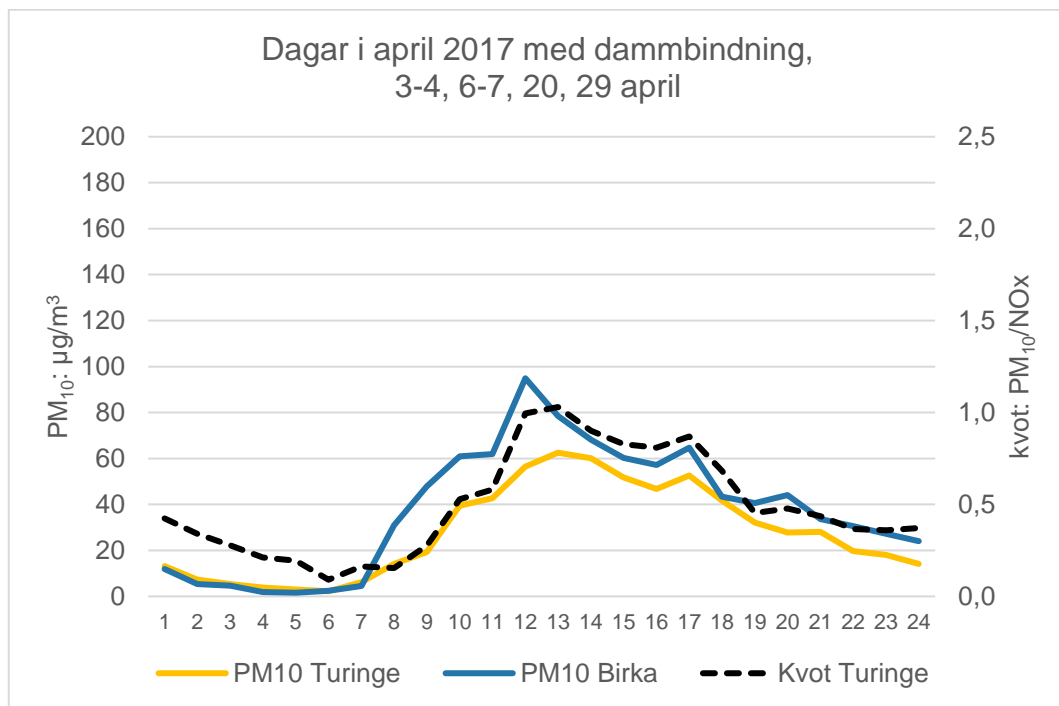
Figur 3. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Torra dagar i mars 2017 utan dammbindning.



Figur 4. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Dammbundna dagar i mars 2017.

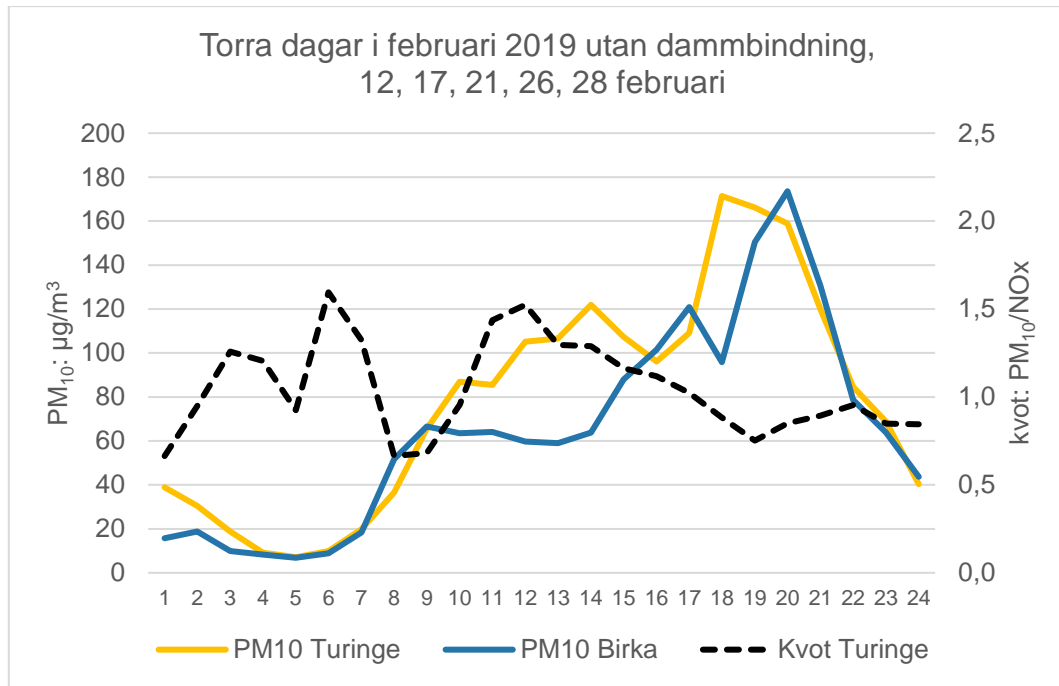


Figur 5. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Torra dagar i april 2017 utan dammbindning.

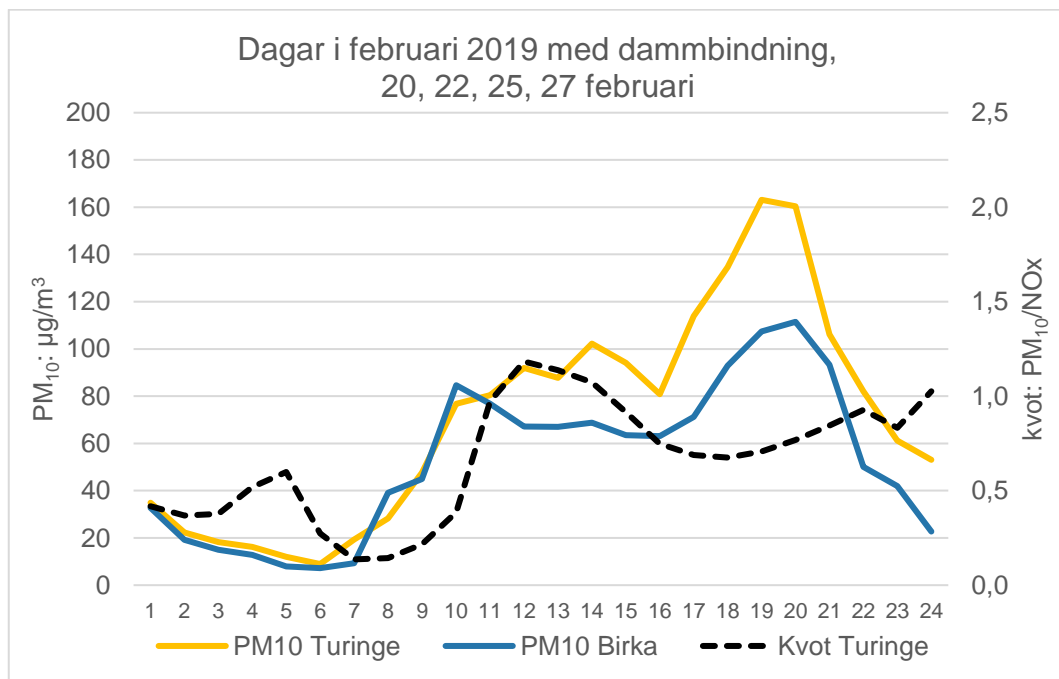


Figur 6. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Dammbundna dagar i april 2017.

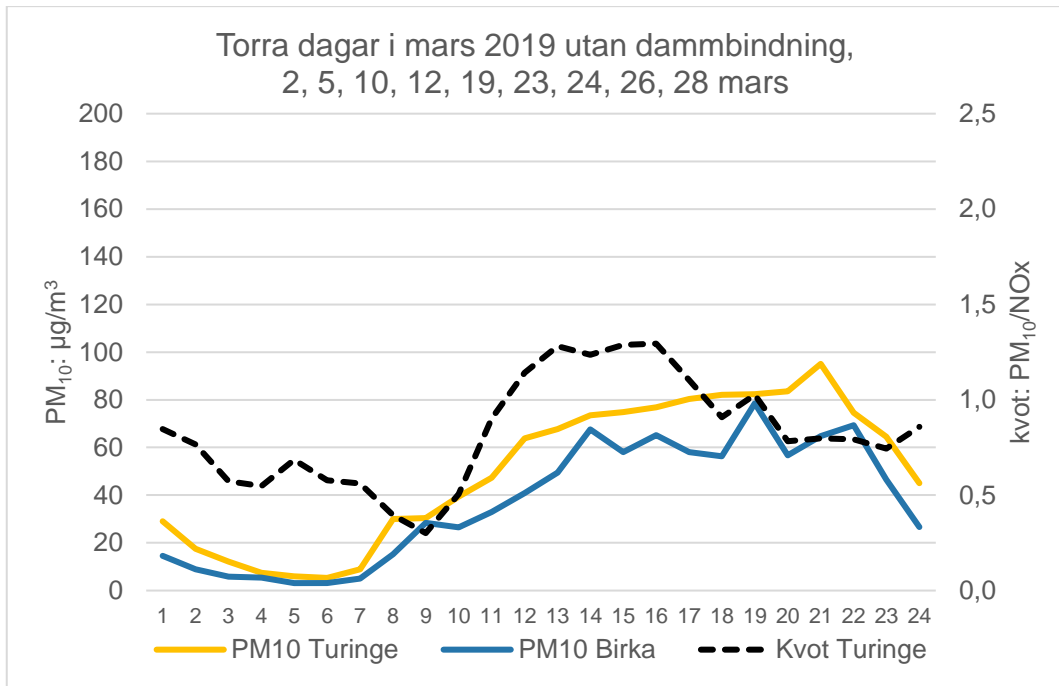
Från Figurerna 3–6 som visar resultaten för mars och april 2017, är det tydligt att PM_{10}/NO_x -kvoten är högre under torra dagar utan dammbindning än under dagar med dammbindning. Under dagar med dammbindning är PM_{10} -koncentrationen generellt högre vid Birkakorset än vid Turingegatan, vilket är förväntat då dammbindning inte utförts vid Birkakorset. Under torra dagar utan dammbindning är halterna lika höga eller högre på Turingegatan än vid Birkakorset.



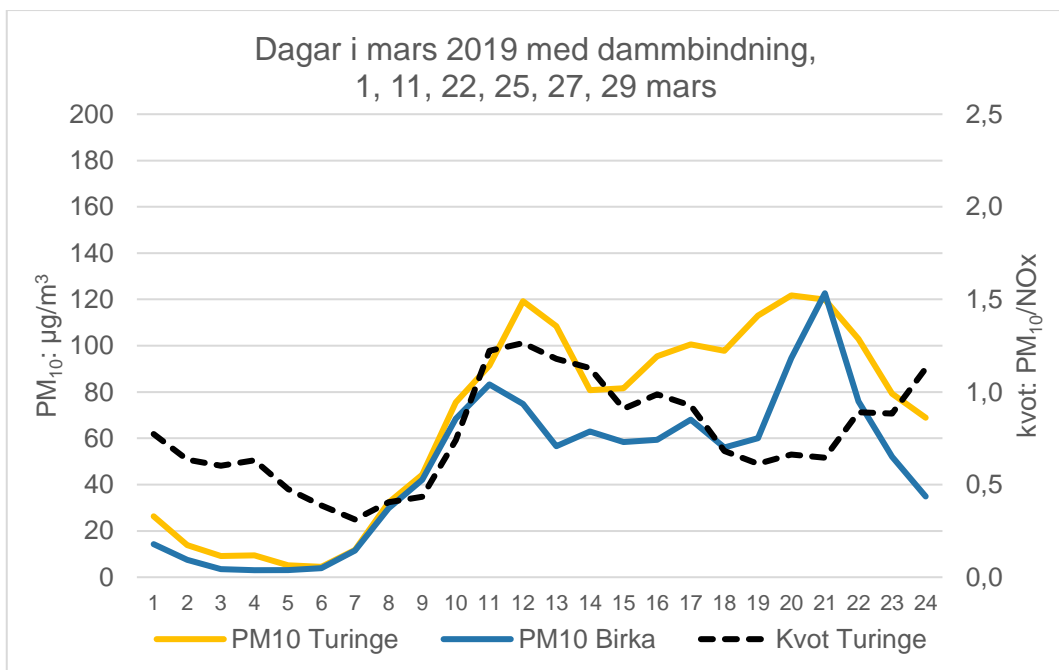
Figur 7. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Torra dagar i februari 2019 utan dammbindning.



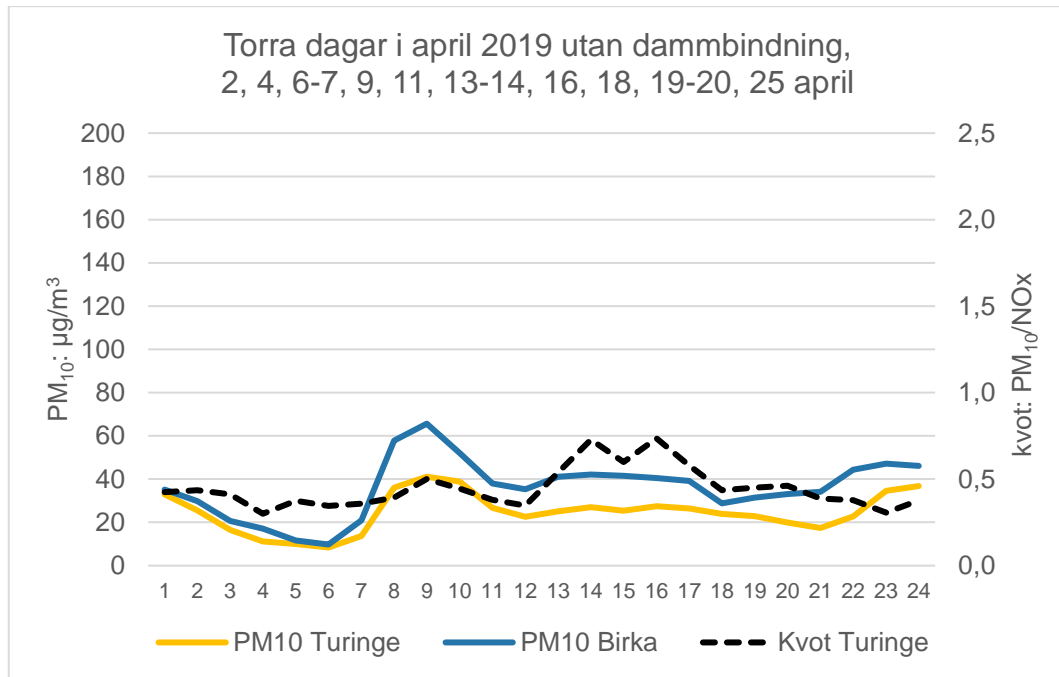
Figur 8. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Dammbundna dagar i februari 2019.



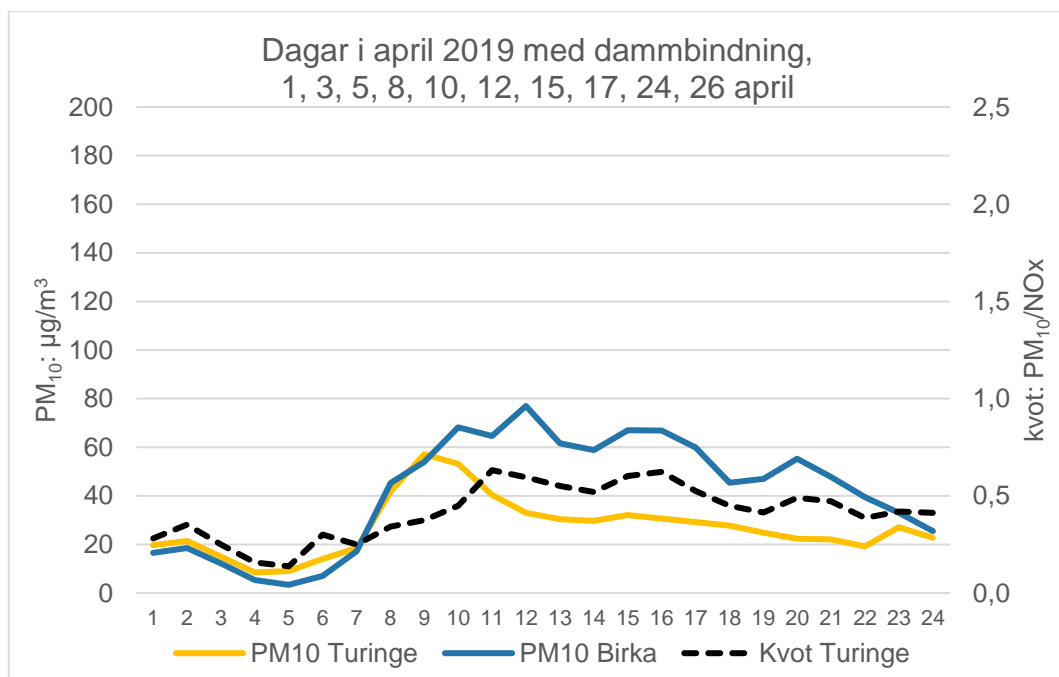
Figur 9. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Torra dagar i mars 2019 utan dammbindning.



Figur 10. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Dammbundna dagar i mars 2019.



Figur 11. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Torra dagar i april 2019 utan dammbindning.



Figur 12. Dygnsvariation av PM_{10}/NO_x -kvoten och av PM_{10} vid Turingegatan (gul) och Birkakorset (blå). Dammbundna dagar i april 2019.

I Figurerna 7–12 ses, på samma sätt som Figurerna 3–6, resultaten för den beräknade PM_{10}/NO_x -kvoten för februari till april 2019. Skillnaden mellan torra dagar och dammbundna dagar 2019 är betydligt mindre än under 2017, endast februari 2019 visar tydlig skillnad mellan torra dagar och dammbundna dagar. Över hela våren 2019 ligger kvoten av PM_{10}/NO_x betydligt lägre än för varje individuell månad 2017, även om halterna av PM_{10} är ungefär lika mellan åren.

Generellt är det lägre halter och mindre PM₁₀/NO_x-kvoter i april både 2017 och 2019. Detta beror dels på att dubbdäck är förbjudet att använda efter den 15e april (om det inte råder vinterväglag). Södertälje genomför årligen en stor gatustädning kring påsk varje år. En del av vägdammet har under tidigare delen av våren virvlat upp och/eller spolats bort av regn så vägdammsförrådet är litet. Alltjämt är NO_x-utsläppen i stort sett oförändrade, vilket sänker PM₁₀/NO_x-kvoten.

Det lokala haltbidraget av PM₁₀ om dammbindning inte utförts kan estimeras genom att ta kvoten av PM₁₀/NO_x-kvoten för torra dagar utan CMA dividerat med PM₁₀/NO_x-kvoten för dagar med CMA, multiplicerat med det lokala bidraget av PM₁₀ för dagar med CMA. Detta. Se ekvationen nedan.

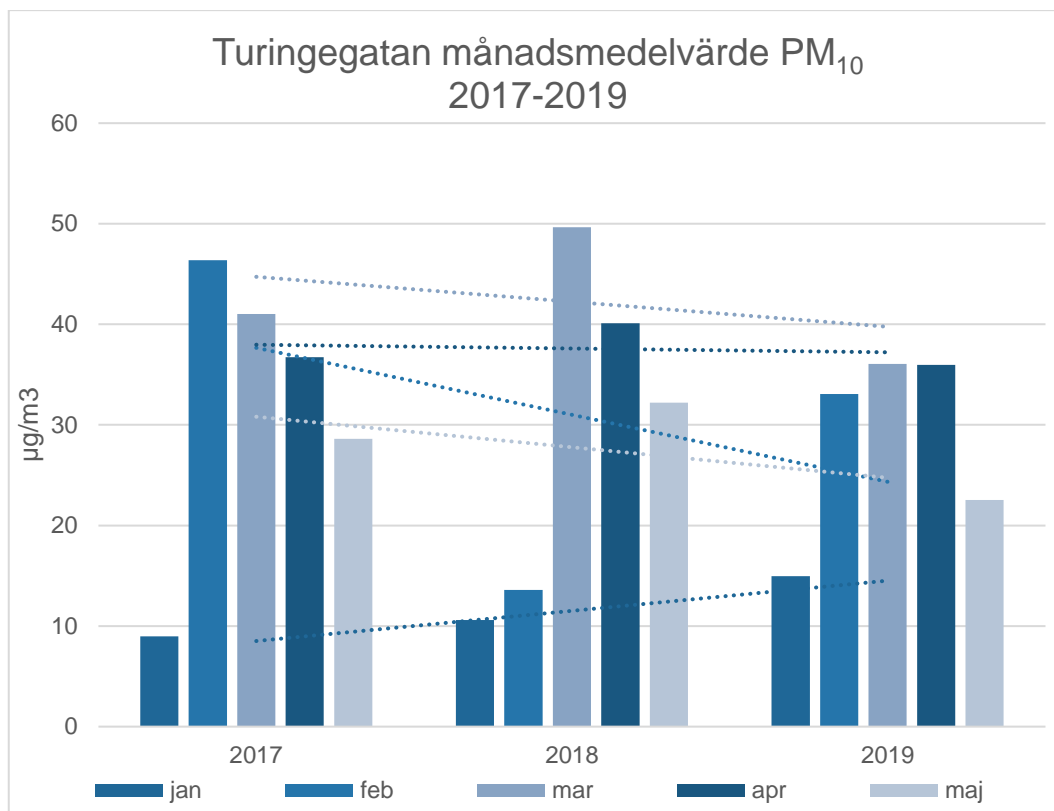
$$\frac{\left(\frac{PM_{10}}{NO_x}\right)_{\text{Torra dagar utan CMA}}}{\left(\frac{PM_{10}}{NO_x}\right)_{\text{Dagar med CMA}}} * PM_{10 \text{ Dagar med CMA}} = 'PM_{10}$$

Ekvationen ger ett nytt dygnsmedelvärde av hur det lokala bidraget av PM₁₀ skulle varit om dammbindning inte utförts. Resultatet av dammbindningens effekt är sammanställt månadsvis för mars, april 2017 och februari, mars, april 2019 i Tabell 3.

Tabell 3. Dammbindningens effekt på det lokala bidraget av PM₁₀ på Turingegatan i Södertälje för mars och april 2017, samt februari till april 2019. Effekten är angiven i procent och i antal mikrograms sänkning av det lokala bidraget av dygnsmedelvärdet av PM₁₀.

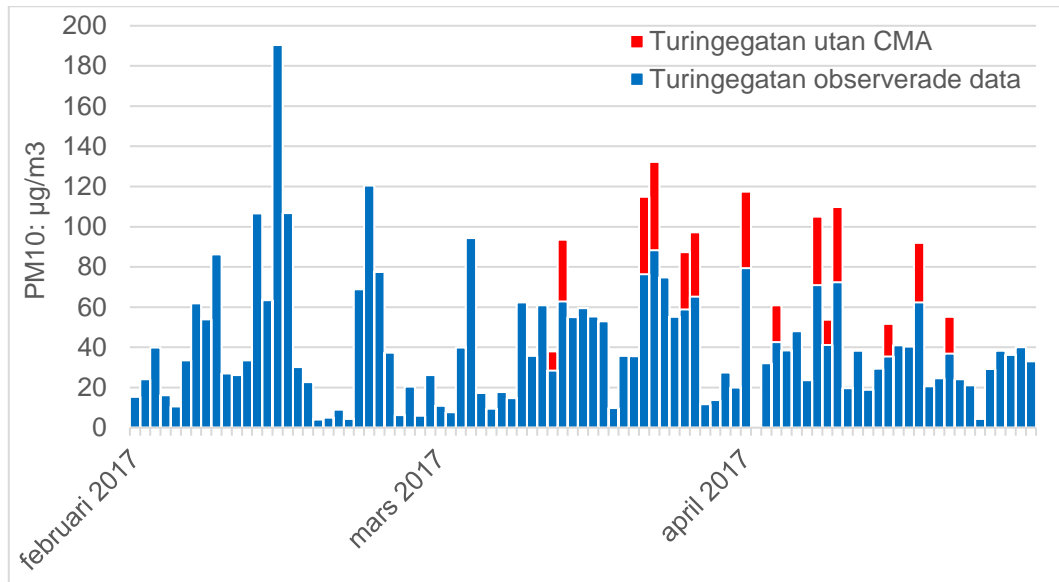
Dammbindning med CMA:s sänkande effekt på det lokala bidraget av PM ₁₀			
	Det beräknade lokala bidraget av PM ₁₀ utan CMA	Det uppmätta lokala bidraget av PM ₁₀ med CMA	Dammbindningseffekt med CMA
2017			
mars	104,8 µg/m ³	57,4 µg/m ³	-45,2%
april	41,5 µg/m ³	27,9 µg/m ³	-32,8%
2019			
februari	110,0 µg/m ³	70,7 µg/m ³	-35,7%
mars	74,0 µg/m ³	67,2 µg/m ³	-9,2%
april	29,6 µg/m ³	27,1 µg/m ³	-8,4%

Som mest beräknades dammbindningen ha en sänkande effekt på det lokala bidraget av dygnsmedelvärdet av PM₁₀ med 45,2%. Liknande effekt för april 2017 och februari 2019. Den beräknade effekten av dammbindningen i mars och april 2019 var mycket mindre. Det är dock viktigt att tänka på att dammbindningen enligt tidigare studier (Gustafsson et al., 2010; Johansson et al., 2004) har effekt upp till tre dagar efter utläggning. Med många appliceringar av CMA så som under 2019 i mars och april är det mycket troligt att många fler dagar påverkats av dammbindningen, därmed ser effekten av dammbindningen mindre ut. I Figur 13 visas månadsmedelvärden av totala PM₁₀-halter på Turingegatan för 2017, 2018 (ingen dammbindning) och 2019. Trenderna i Figur 13 visar att halterna för alla månader utom januari sjunker, det vill säga att luften blivit bättre för alla övriga månader.

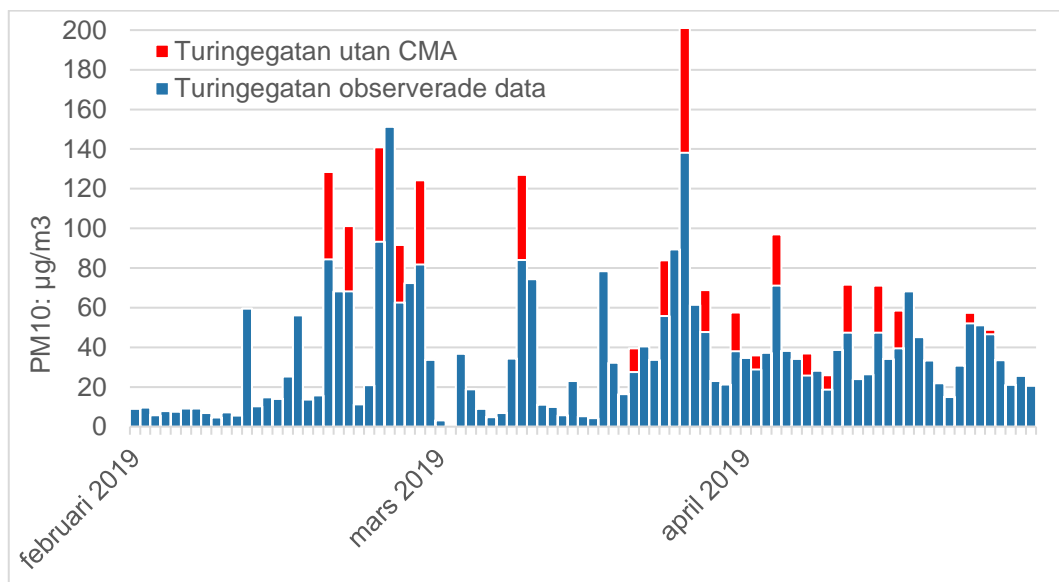


Figur 13. Månadsmedelvärden av PM₁₀ för Turingegatan i Södertälje för februari – april, år 2017–2019, samt trenderna för respektive månad.

I Figur 14 och 15 tydliggörs effekten av dammbindningen genom att ta bort effekten av dammbindningen, 35%, från de dagar då dammbindning utförts. De röda staplarna i figurerna visar hur högt dygnsmedelvärdet av PM_{10} hade varit om dammbindning inte utförts. Perioden som visas är från februari till april för 2017 i Figur 14, respektive 2019 för Figur 15.



Figur 14. Jämförelse mellan observerade dygnsmedelvärden av PM_{10} på Turingegatan och de dygnsmedelvärden som hade varit om inte dammbindning utförts. Perioden februari till april 2017.



Figur 15. Jämförelse mellan observerade dygnsmedelvärden av PM_{10} på Turingegatan och de dygnsmedelvärden som hade varit om inte dammbindning utförts. Perioden februari till april 2019.

Gränsvärdet för normen för årsmedelvärdet av PM_{10} är $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, och har klarats sedan mätningarna startade i Södertälje 2006. Södertälje har tidigare haft svårt att klara dygnsnormen för PM_{10} max 35 dagar med dygnsmedelvärde över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ men har klarat även denna norm sedan 2014, vissa år med ytterst få dagar till godo.

Med resultaten ur Tabell 3 beräknas hur många dagar som hindrats från att överskrida gränsvärdet för dygnsmedelvärdet tack vare dammbindning 2017 respektive 2019. Vi beräknar även antal dygn som skulle kunna ha hindrats från att överskrida gränsvärdet om dammbindning hade utförts alla dagar dygnshalt över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beräkningen utförs enligt följande. Från alla dygn då totala PM_{10} -halten överstiger $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ subtraheras bakgrundshalten av PM_{10} så vi får det lokala bidraget av PM_{10} , från det nya värdet dras dammbindningen effekt bort, sedan adderas åter bakgrundshalten av PM_{10} . Om det nya värdet är lägre än $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betyder det att dammbindning har hindrat dygnet från överskridanden. I beräkningen antas dammbindningen ha 35% effekt, vilket är i linje med resultaten från mars, april 2017 samt februari 2019, men även tidigare studier. Resultaten visas i Tabell 4.

Tabell 4. Antal dagar där dammbindningen påverkat antal överskridanden av gränsvärdet för dygnsmedelvärdet av PM_{10} , samt hur dammbindning hade kunnat påverka antalet överskridanden om det hade utförts flera dagar.

Dammbindningens påverkan på antal överskridanden av PM_{10}				
	Antal dammbindningar	Antal överskridanden jan-maj 2017	Antal dagar som beräknats hindrats från att överskrida tack vare CMA med 35% effekt	Ytterligare antal överskridanden som skulle kunna ha undvikits ifall dammbindning utfördes alla dagar med överskridanden
2017	13 st	28 st	4 st	11 st
2019	20 st	24 st	5 st	6 st

Dammbindningen i Södertälje har, enligt Tabell 4, varit relativt effektiv i att minska antal överskridanden av PM_{10} . Dessutom är det nästan ingen dammbindning som lagts ut i onödan, d.v.s. dagar då halterna av PM_{10} även utan dammbindning hade varit låga.

Diskussion & Slutsats

Dammbindningen har analyserats utifrån att dammbindning endast har effekt samma dag som det applicerats eller kommande dag om det lagts ut på natten. Om flera dammbindningar utförs kort efter varandra, på liknande sätt som Södertälje utförde dammbindning under 2019 (morgon; mån, ons, fre), kommer dammbindningen påverka halterna även nästföljande dag. Detta försvårar analysen av dammbindningens effekt och då det påverkar kvoten av PM_{10}/NO_x även de dagar som i analysen bedöms vara torra dagar utan dammbindning.

Med få utläggningar utspritt under våren ser det ut som att effekten av dammbindning är större, vilket gäller för mars och april 2017 samt februari 2019. mellan -33% och -45% sänkande effekt av dygnsmedelvärdet av det lokala bidraget av PM_{10} . Fler utläggningar av CMA tätt inpå varandra, som under våren 2019, påverkar även dagar mellan dammbindningar och maskerar effekten av dammbindning så effekten ser ut att vara mindre. I Figur 13 visas att månadsmedelvärdena för 2019 i allmänhet är lägre än både 2018 och 2017 vilket skulle kunna bero på att dammbindningen utfördes oftare och enligt ett fast schema vilket gav en mer långsiktig effekt av dammbindningen.

Dammbindningen 2017 beräknades hindra 4 dygn från att överskrida gränsvärdet för PM_{10} 2017, och 5 dygn 2019 om man antar 35% sänkande effekt på dygnsmedelvärdet av PM_{10} . Ytterligare 11 dygn 2017, och 6 dygn för 2019 skulle kunna ha hindrats från att överskrida gränsvärdet om dammbindning hade utförts alla dagar då det var halter över $50 \mu g/m^3$. Det skulle innebära 19 fler utläggningar av CMA 2017 och 13 fler 2019. Då är både veckoslut och storhelger inräknade.

Dammbindning med CMA verkar ha större effekt tidigare på våren, vilket kan bero på att luftfuktigheten inte är lika låg, och även om luftfuktigheten kan vara låg under tidig vår, så är den låg under betydligt kortare tid då antalet soltimmar är betydligt färre.

Referenser

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Jonsson, P., & Ferm, M. (2010). *Effekter av dammbindning av belagda vägar*. Statens väg-och transportforskningsinstitut, VTI rapport 666.

Johansson, C., Norman, M., Omstedt, G., & Swietlicki, E. (2004). *Partiklar i stadsmiljö-källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10*. SLB-analys rapport, 4:2004