

Slitagepartiklar och vägdamm ur ett kommunalt perspektiv

Asfaltdagarna
Göteborg/Stockholm
2024-11-20/21

Joacim Lundberg, LTH



LUNDS
UNIVERSITET

Disposition

- Generella avgränsningar
- Några definitioner
- Varför är partiklar ett problem? Hälsan!
- Källor till partiklar
- Hur mycket partiklar är från slitage och vägdamm?
- Miljökvalitetsnormen och exempel på andra regelverk
- Nötningsslitage av vägar och faktorer som påverkar
- Faktorer som påverkar partiklar och vägdamm
- Vägdammsförrådets variation över tid
- Inverkan av beläggning på luftkvalitet
- Inverkan av texturen på vägdammsförrådet
- Åtgärder för förbättrad luftkvalitet
- Vad har nyligen avslutats / pågår just nu?
- Hur ser framtiden ut? Vilka utmaningar finns?
- Slutsatser



Generella avgränsningar

- Lätt trafik
- Slitagepartiklar från nötnings slitage samt vägdamm (ej från broms, däck eller mikroplaster)
- Luftföroreningar i form av PM_{10} (ej vattenföroreningar)
- Slitlager med asfaltbeläggning
- Sverige



Några definitioner

- **PM:** Masskoncentrationen av partiklar med en aerodynamisk diameter i luft ($10\text{ }\mu\text{m}$ eller $2,5\text{ }\mu\text{m}$)
- **Vägdamm:** samtliga partiklar som deponeras på vägytan oavsett ursprung eller transportsätt
- **Uppvirvling:** processen där partiklar transporteras från vägdammsförrådet upp i luften genom aerodynamiska processer



Varför är partiklar ett problem? – Hälsan!

- Luftföroreningar (gaser och partiklar) påverkar mänsklig hälsa, t.ex. (Thurston m.fl., 2017):
 - Respiratoriska sjukdomar, lungcancer, stroke
- Långvarig exponering av PM_{10} i Skandinavien orsakade (Forsberg m.fl., 2005):
 - 10 månaders minskad förväntad livslängd, 5 300 förtida döda
- Samhällsekonomisk kostnad (Sjöberg m.fl., 2009):
 - 26 miljarder SEK för 2005
- Olika partikelspann har olika hälsoinverkan:
 - Ökade nivåer av $PM_{2,5-10}$ hade negativa effekter på kardiovaskulär mortalitet (Perez m.fl., 2009) bland annat
- Större sammanställning av WHO (2021) visade att det finns eller finns troliga kausala samband för både kortvarig och långvarig exponering av PM_{10} och $PM_{2,5}$ kopplat till bland annat:
 - Generell mortalitet
 - Kardiovaskulär mortalitet
 - Respiratorisk mortalitet, t.ex. COPD, akut lower respiratorisk infektion, lungcancer mortalitet



Källor till partiklar

- Många källor, både naturliga (t.ex. salt från haven och ökendamm) och antropogena (t.ex. jordbruk och byggaktiviteter)
- Icke-lokala källor kan påverka genom långväga transport
- Nära vägar och trafikerade områden är trafiken en stor källa som bidrar
- Trafikkällor kan delas in i avgaser och icke-avgaser
- Icke-avgaspartiklar från vägkällor: nötningssslitagepartiklar från slitlager, från däck och bromsar samt uppvirvling/återuppvirvling av vägdamm



Källor till partiklar

- Många antrop
- Icke-lo
- Nära v
- Trafikk
- Icke-av och br



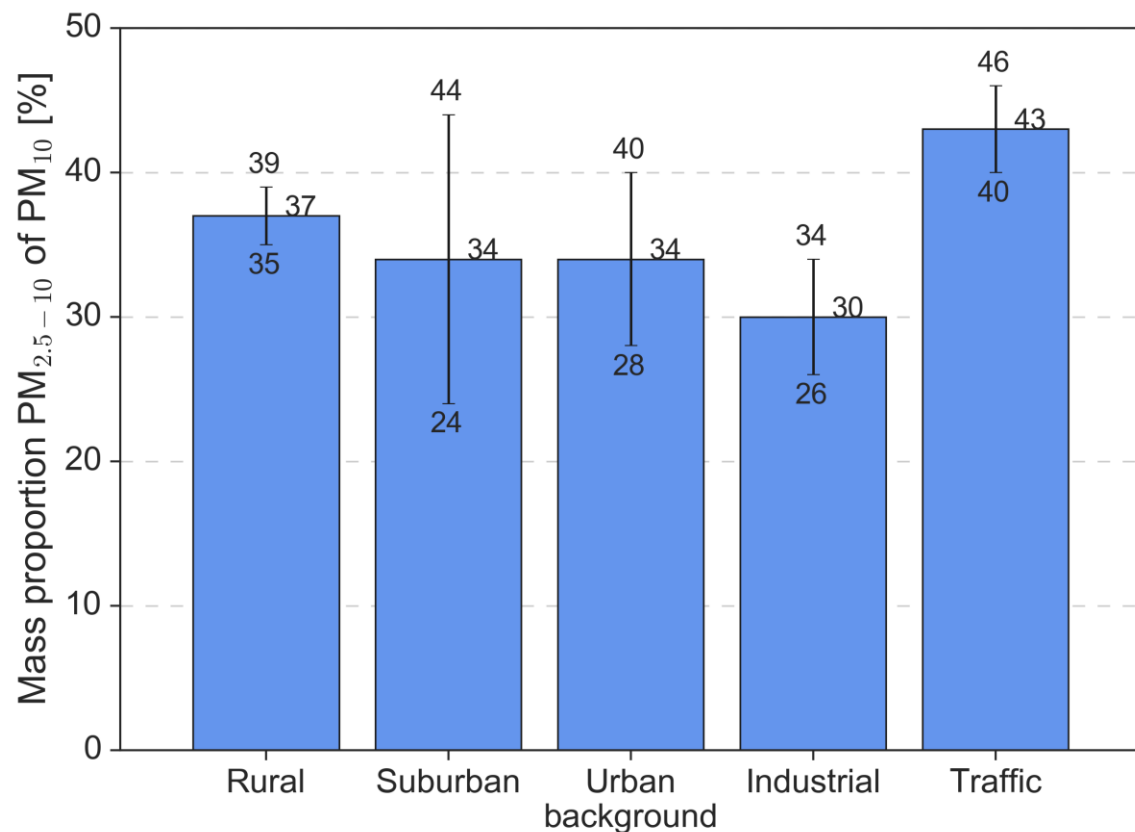
mm) och

om bidrar

n slitlager, från däck

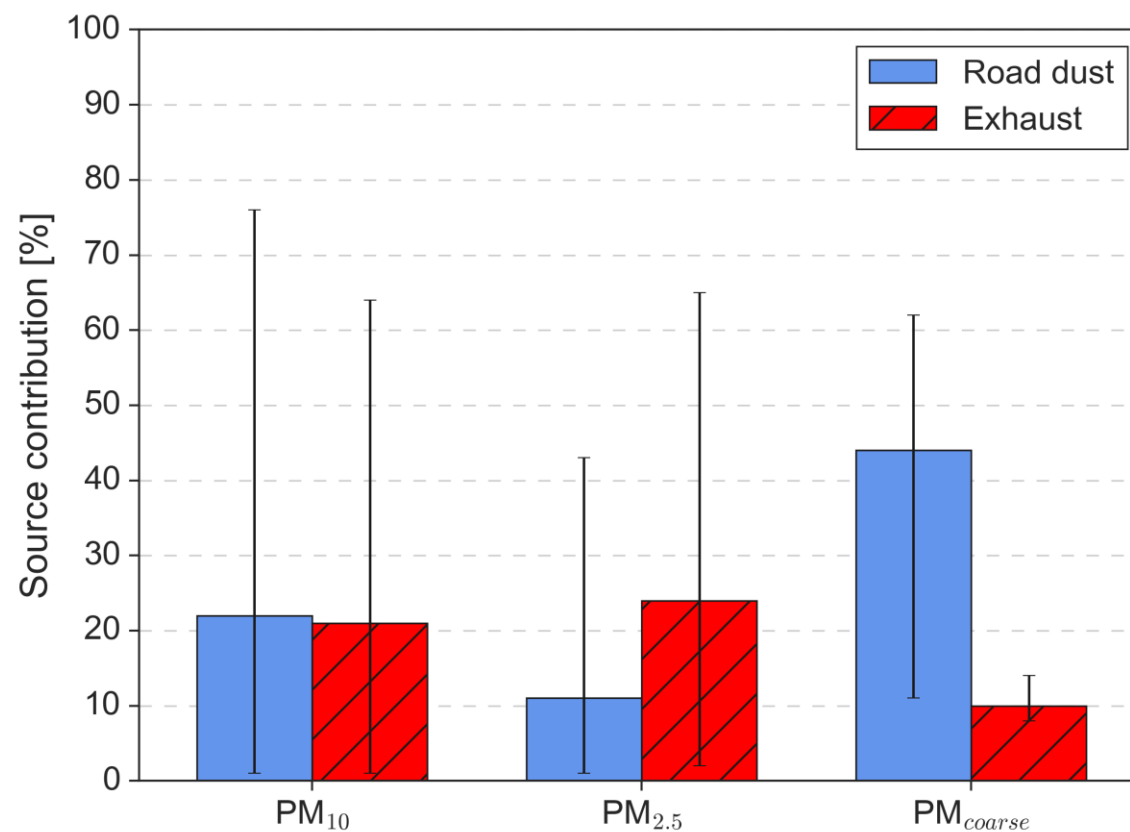
Foto: Mätning av uppvirvling av vägdamm på grund av vägyta-däckinteraktion på Industrigatan i Linköping, våren 2019. Joacim Lundberg

Hur mycket partiklar är från slitage och vägdamm?



Källa: Lundberg (2020)

Datakälla: Hopke m.fl. (2018)



Källa: Lundberg (2020)

Datakälla: Padoan och Amato (2018)

PM_{coarse} is storlekar mellan $1.5 \mu m$ och $10.9 \mu m$ i detta fall!

Miljökvalitetsnormen och andra exempel på regelverk

- Miljökvalitetsnormen ("skall"-norm)
- Målsättningsnormen ("bör"-norm)

För människors hälsa	Gränsvärdesnorm/"skallnorm" (G) eller målsättningsnorm/"börnorm" (M)				Utvärderingströsklar		Tröskelvärde för larm och information	
Förorening	Medelvärdesperiod	MKN-värde	Antal tillåtna överskridanden per kalenderår	Tid för uppfyllelse	NUT	ÖUT	Tidsperiod	Tröskelvärde
Partiklar (PM ₁₀)	Dygn	50 µg/m ³	35 dygn	2005 (G)	25 µg/m ^{3, 13}	35 µg/m ^{3, 14}		
	År	40 µg/m ³			20 µg/m ³	28 µg/m ³		
Partiklar (PM _{2,5})	År	25 µg/m ³		2010 (M)	12 µg/m ³	17 µg/m ³		
		25 µg/m ³		2015 (G)				

Naturvårdsverket (2024). Sammanställning av miljökvalitetsnormer. [Sammanställning av miljökvalitetsnormer](#) [Hämtad 2024-11-13]

- WHO (2021) föreslår dygnsmedelvärde på 45 µg/m³ för PM₁₀ och ett årsmedelvärde på 15 µg/m³. För PM_{2,5} 15 respektive 5 µg/m³
- Andra regleringar finns, t.ex. kommande Euro7 som för första gången kommer reglera även slitagepartiklar från fordon (inte bara avgaser och avgaspartiklar)...
- ... dock endast broms och däck, inte nötnings slitagepartiklar från vägar...



Nötnings slitage av vägar och faktorer som påverkar

Vägrelaterade

- Utformningen (vägbredd, kanalisering av trafik)
- Saltad väg / fuktig väg
- Sandning
- Barmark

Beläggning och ingående material

- Beläggningstyp (tät, stenrik, öppen)
- Bindemedelstyp
- Kornstorleksfördelningen
- Största stenstorlek
- Mineraltyp (Porfyr, Granit, Kalksten)
- Kulkvarnsvärde
- Andel större stenar

Däcktyp och däckegenskaper

- Dubbdäck eller odubbade däck
- Antal dubbar
- Dubbarnas vikt

Trafikrelaterade

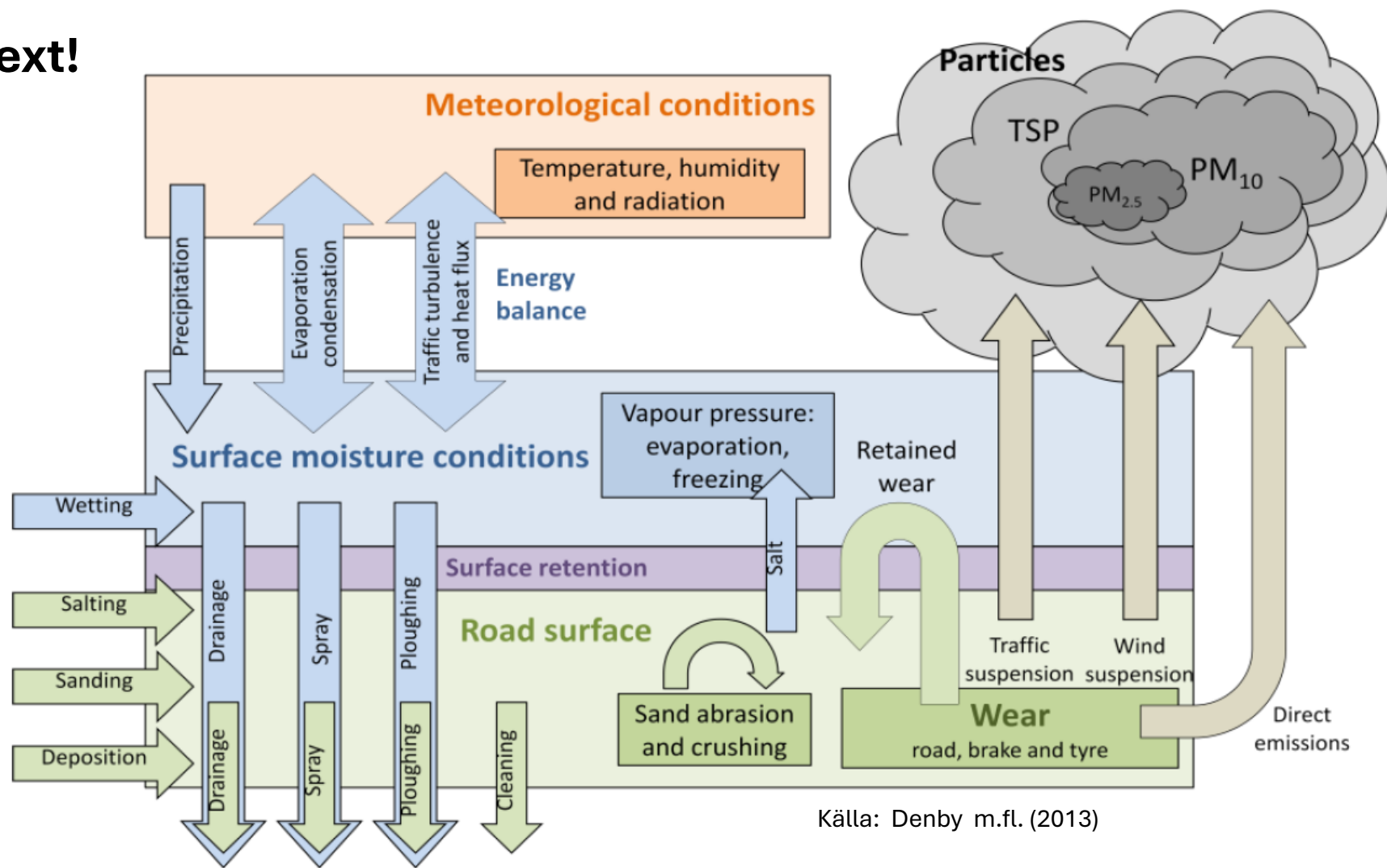
- Dubbdäcksandel
- Antal tunga fordon med dubbdäck (ej i Sverige)
- ÅDT
- Hastighet
- Längden på dubbdäcksperioden

- **OBS! Det påverkar inte bara partiklar. Måste ha ett holistiskt perspektiv!**



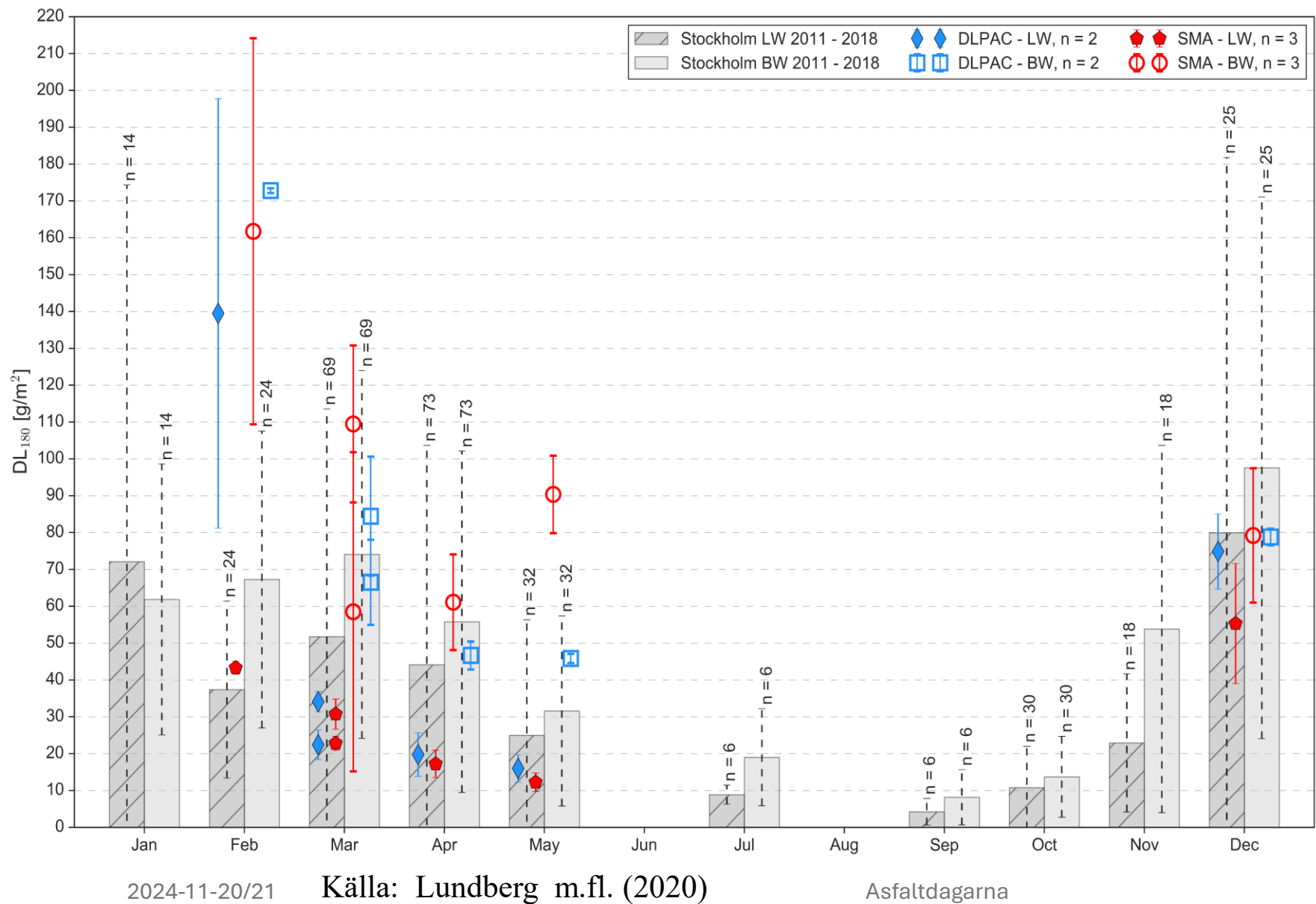
Faktorer som påverkar partiklar och vägdam

- Mycket komplext!

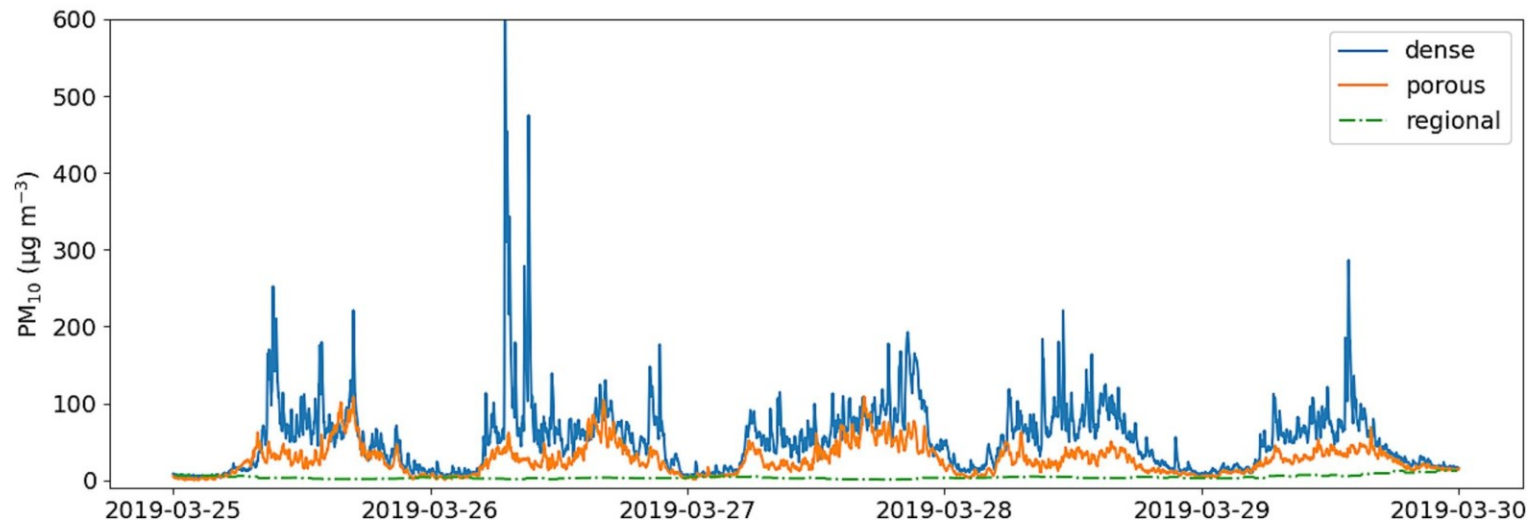
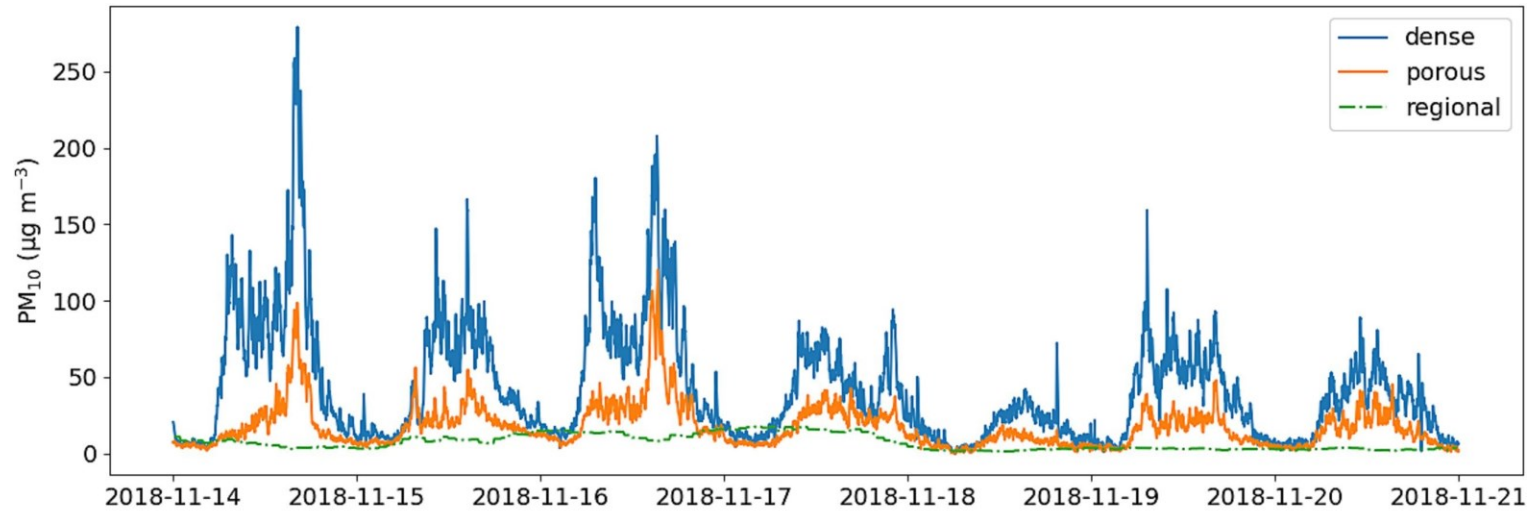


Källa: Denby m.fl. (2013)

Vägdammsförrådets variation över tid



Inverkan av beläggning på luftkvalitet

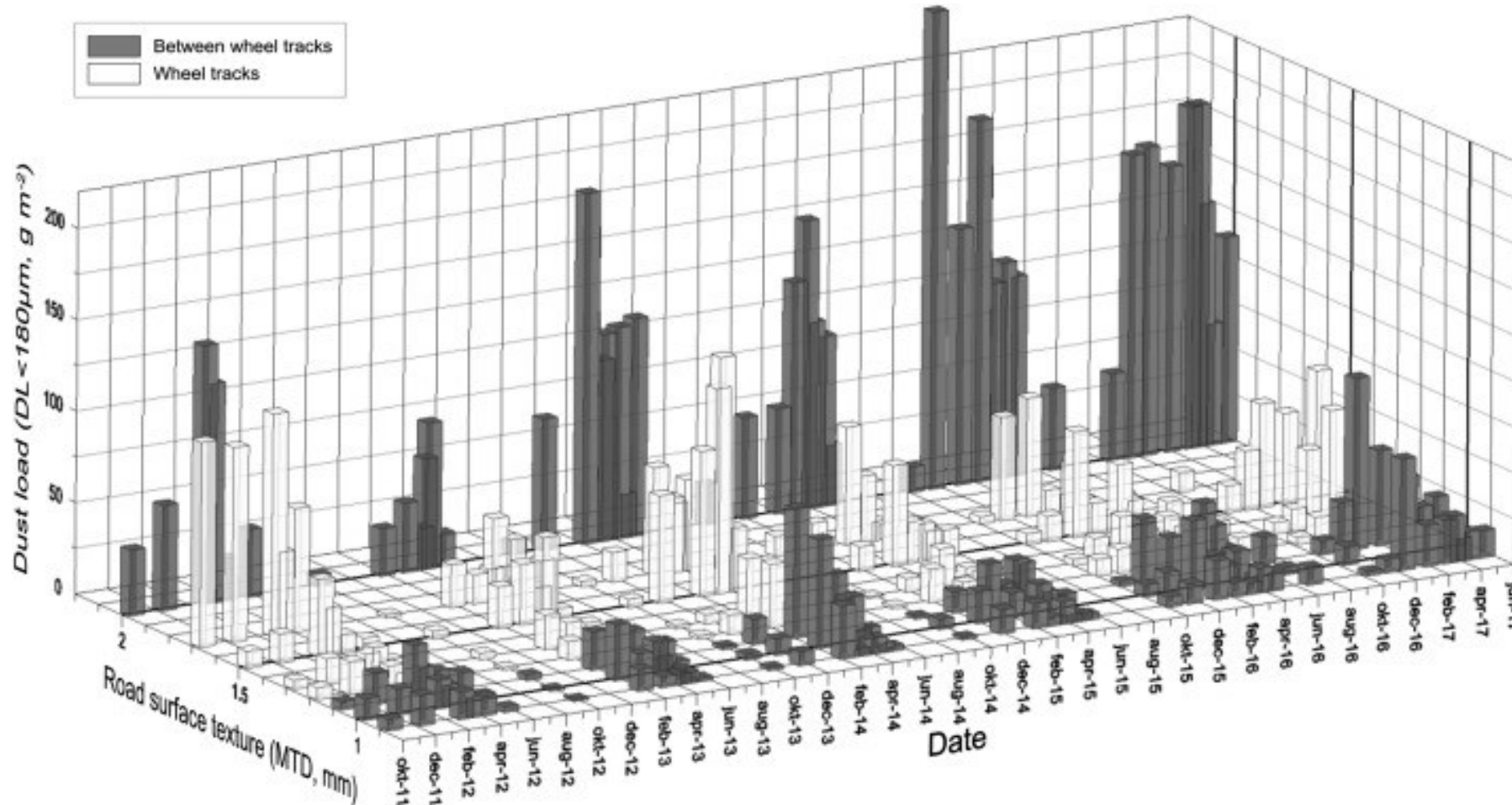


2024-11-20/21

Källa: Svensson m.fl. (2023)

Asfaltdagarna

Inverkan av texturen på vägdammsförrådet



Källa: Gustafsson m.fl. (2019)

Stockholm 2011 – 2017

Dock ej Folkungagatans omläggning 2016

Åtgärder för förbättrad luftkvalitet

- Finns olika försök, bland annat från Sverige, för att förbättra luftkvaliteten
- Några exempel involverar:
 - Nytt slitlager med bättre egenskaper mot nötnings slitage. Tänkt att minska bidraget vid källan. Påverkar även texturen kortsiktigt och kanske har en bindande effekt (t.ex. Folkungagatan i Stockholm vid omläggningen, dock oklart) (REF)
 - Dammbinding – syftar att binda partiklarna till vägen och förhindra uppvirvling
 - Avlägsnande av vägdamm med vacuumsugar, t.ex. försöken i Stockholm (REF)
 - Införande av dubbdäcksförbud (REF)
 - Reducerad hastighet
 - Begränsningar av trafiken i övrigt



Vad har nyligen avslutats / pågår just nu?

- Avrapportering av det nordiska projektet NORDUST2 (Kontakt 1 , se referenssidan)
- Relativ ny kunskapsuppdatering till Trafikverket om hur valet av beläggningar påverkar buller, partiklar (vägdamm) och rullmotstånd från 2022. (REF)
- Relativt ny kunskapssammanställning av Nordiska erfarenheter kring icke-avgaspartiklar (samt avgaser) från 2024. (REF)
- Utveckling av mätfordon på Chalmers för att mäta uppvirvling bakom lastbilsdäck. (Kontakt 2 , se referenssidan)
- Fortsatta analyser av data kring inverkan av beläggningstyp på vägdammsuppvirvling och buller (Kontakt 3, se referenssidan)
- Damning från sekundära ballastmaterial



Hur ser framtiden ut? Vilka utmaningar finns?

- Trafikökning?
- Ändrade däckregler (fler dubb med färre vikt)?
- Ändrad fordonssammansättning (tyngre fordon t.ex. SUV, elfordon)?
- Mer koncentrerad trafik (autonoma fordon)?
- Materialanvändning?
- Det holistiska perspektivet? (buller vs. partiklar)?



Slutsatser

- Det finns mycket kunskap och mycket spännande pågår!
- Däremot **saknas** mycket kunskap, särskilt fundamentala samband!
- **Stora behov av forskning** och vidareutveckling finns på **samtliga nivåer**, från grundforskning till tillämpad forskning
- **Mer samverkan krävs** mellan forskare, väghållare, myndigheter och aktörer (industrin) krävs!
- Vi har **mycket stora behov att upprepa studier med riktiga referenssträckor** för att säkerställa samband
- **Observera särskilt att vi måste ta ett helhetsperspektiv!** Åtgärder som genomförs kan ha direkt inverkan på våra andra miljöproblem, t.ex. buller!



Referenser

- Lundberg, J. (2020). Road Surface and Tyre Interaction – Functional Properties affecting Road Dust Load Dynamics and Storage. Doctoral thesis in Building Sciences. KTH – Royal Institute of Technology, Stockholm. ISBN 978-91-7873-535-8.
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-15245>
- Lundberg, J., Gustafsson, M., Janhäll, S., Eriksson, O., Blomqvist, G. och Erlingsson, S. (2020). Temporal Variation of Road Dust Load and Its Size Distribution – a Comparative Study of a Porous and a Dense Pavement. Water, Air, & Soil Pollution. Volume 231, 561.
<https://doi.org/10.1007/s11270-020-04923-1>
- Svensson, N., Lundberg, J., Janhäll, S., Kulovuori, S. och Gustafsson, M. (2023). Effects of a porous asphalt pavement on dust suspension and PM10 concentration. Transportation Research Part D: Transport and Environment. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103921>
- Janhäll, S., Lundberg, J., Carlson, A och Genell, A. (2022). Val av vägbeläggning: Hur påverkas buller, partiklar (vägdamm) och rullmotstånd?. Rapport 2022:141. RISE.
- Gustafsson, M., Blomqvist, G., Järleskog, I., Lundberg, J., Janhäll, S., Elmgren, M., Johansson, C., Norman, M. och Silvergren, S. (2019). Road dust load dynamics and influencing factors for six winter seasons in Stockholm, Sweden. Atmospheric Environment: X. Volume 2, 100014, ISSN 2590-1621. <https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2019.100014>
- Denby, B. R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, M., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G. & Omstedt, G. (2013). A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. Atmospheric Environment, 77, pp. 283-300. doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.04.069.
- Thurston, G. D., Kipen, H., Annesi-Maesano, I., Balme, J., Brook, R. D., Cromar, K., De Matteis, S., Forastiere, F., Forsberg, B., Frampton, M. W., Grigg, J., Heederik, D., Kelly, F. J., Kuenzli, N., Laumbach, R., Peters, A., Rajagopalan, S. T., Rich, D., Ritz, B., Samet, J. M., Sandstrom, T., Sigsgaard, T., Sunyer, J. & Brunekreef, B. (2017). A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. European Respiratory Journal, 49, p. 1600419. doi: 10.1183/13993003.00419-2016.
- Gjerstad, K.I., Gustafsson, M., Kolka Jónsson, P.V., Lundberg, J., Lutnaes, G. och Snilsberg, B. (2024). Länk:Non-exhaust particles in Nordic countries: a collection of updated knowledge on short-term mitigation for road dust, factors affecting production, and strategies to handle different kinds of non-exhaust particles. NVF. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-21400>
- Forsberg, B., Hansson, H. C., Johansson, C., Areskoug, H., Persson, K. & Jarvholm, B. (2005). Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. Ambio, 34, pp. 11-19. doi.
- Sjöberg, K., Haeger-Eugensson, M., Forsberg, B., Åström, S., Hellsten, S., Larsson, K., Björk, A. och Blomgren, H. (2009). Quantification of population exposure to NO2, PM2.5 and PM10 in Sweden 2005. IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Perez, L., Medina-Ramon, M., Kunzli, N., Alastuey, A., Pey, J., Perez, N., Garcia, R., Tobias, A., Querol, X. & Sunyer, J. (2009). Size fractionate particulate matter, vehicle traffic, and case-specific daily mortality in Barcelona, Spain. Environmental Science & Technology, 43, pp. 4707-4714. doi: 10.1021/es8031488.
- WHO (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization (WHO). ISBN: 9789240034228. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
- Kontakt 1: Mats Gustafsson, VTI ([Mats Gustafsson - vti.se](mailto:Mats.Gustafsson@vti.se))
- Kontakt 2: Sara Janhäll, Chalmers / RISE ([Sara Janhäll, Senior forskare | RISE](mailto:Sara.Janhall@chalmers.se))
- Kontakt 3: Joacim Lundberg, LTH ([Joacim Lundberg - Lunds universitet](mailto:Joacim.Lundberg@lth.se))



Tack för er uppmärksamhet!

Kontaktuppgifter:

Joacim Lundberg

E-post:joacim.lundberg@tft.lth.se

Besöksadress: V-huset, Klas Anshelms väg 14, 223 63, Lund



LUNDS
UNIVERSITET