

Driftstiltak mot svevestøv i Trondheim kommune

Erfaringsrapport for tiltak før og etter 2013

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 348



Tittel

Driftstiltak mot svevestøv i Trondheim kommune

Undertittel

Erfaringsrapport for tiltak før og etter 2013

Forfatter

Knut Magne Reitan, Brynhild Snilsberg, Kai Rune Lysbakken og Dagfin Gryteselv

Avdeling

Vegavdelingen

Seksjon

Drift, vedlikehold og vegteknologi

Prosjektnummer

604144

Rapportnummer

Nr. 348

Prosjektleder

Brynhild Snilsberg

Godkjent av

Karl Idar Gjerstad

Emneord

Vegstøv, driftstiltak, PM10, renhold, støvdemping

Sammendrag

Denne rapporten er laget for å beskrive driftstiltakene som gjøres i Trondheim for å redusere mengden av svevestøv i sentrum. Svevestøv er et problem i mange byer og det er stort behov for kunnskap om blant annet effektivt driftstiltak mot vegstøv. Hensikten med rapporten er å dele erfaringer fra Trondheim med hensyn til viktige rammebetingelser, omfang, gjennomføring av tiltak, metoder og utstyr.

Title

Road dust and air quality in Trondheim

Subtitle

Maintenance measures against road dust

Author

Knut Magne Reitan, Brynhild Snilsberg, Kai Rune Lysbakken and Dagfin Gryteselv

Department

Roads Department

Section

Operation, Maintenance and Road Technology

Project number

604144

Report number

No. 348

Project manager

Brynhild Snilsberg

Approved by

Karl Idar Gjerstad

Key words

Road dust, maintenance measures, PM10, road cleaning, dust binding

Summary

This report is written to describe maintenance measures taken in Trondheim to reduce the amount of road dust in the city center. Road dust is a problem in many cities in Norway, and there is a great need for knowledge of efficient maintenance measures against road dust. The purpose of the report is to share Trondheim's experiences.

I. Forord

Trondheim kommune startet i 2013 med et forsterket renhold av gatenettet i byen for å redusere mengden av svevestøv. Dette har bestått i økt frekvens på driftstiltakene og fokus på utvikling av utstyr og metoder. Målinger av luftkvalitet viser at mengden svevestøv har ligget under Forurensningsforskriftens krav og delvis de strengere, nasjonale kravene de siste årene. Det er grunn til å anta at driftstiltakene har bidratt vesentlig til dette, men også at andre sentrale grep, samt værforhold har virket i positiv retning.

I og med at driftstiltakene i Trondheim har hatt god effekt og en ikke kjenner til at det er oppnådd tilsvarende resultater i andre byer, ønsker Statens vegvesen å beskrive hvilke tiltak kommunen har satt i verk for å oppnå disse resultatene. For å beskrive dette er det gjennomført intervju vinteren 2016/17 med nøkkelpersoner i Trondheim bydrift med etterfølgende samtaler for å utdype detaljer nærmere.

Denne rapporten er laget for å beskrive driftstiltakene som gjøres i Trondheim for å redusere mengden av svevestøv i sentrum. Svevestøv er et problem i mange byer og det er stort behov for kunnskap om blant annet effektivt driftstiltak mot vegstøv. Hensikten med rapporten er å dele erfaringer fra Trondheim med hensyn til viktige rammebetingelser, omfang, gjennomføring av tiltak, metoder og utstyr. Svevestøv er svært avhengig av lokale forhold som klima, trafikk og andre forurensningskilder, og erfaringene fra Trondheim vil derfor ikke alltid kunne overføres direkte til andre steder.

Målgruppen for rapporten er fagpersoner innen drift og vedlikehold på ulike nivåer (arbeidsledere, byggleidere, prosjektledere, ledere av driftskontrakter). Den er ment som et bidrag for at ulike vegeiere kan få en bedre oversikt over omfang og gjennomføring av driftstiltak som er nødvendig for å redusere problemer med veggenerert svevestøv. Forhåpentligvis vil rapporten være et bidrag slik at vegeiere bedre kan beskrive og bestille riktige driftstiltak mot svevestøv.

Rapporten er skrevet av Knut Magne Reitan, Brynhild Snilsberg, Kai Rune Lysbakken og Dagfin Gryteselv. Trondheim kommune har bidratt med informasjon til rapporten gjennom intervju og med å gi innspill i etterkant av intervjuene. Vi vil takke Trondheim kommune for verdifulle bidrag.

Trondheim, februar 2018

II. Sammendrag

Trondheim kommune startet i 2013 med et forsterket renhold av gatenettet i byen for å redusere mengden av svevestøv. Målinger av luftkvalitet viser at mengden svevestøv har ligget under Forurensningsforskriftens krav og delvis de strengere, nasjonale kravene de siste årene. Det er grunn til å anta at driftstiltakene har bidratt vesentlig til dette, men også at andre sentrale grep, samt værforhold har virket i positiv retning.

I og med at driftstiltakene i Trondheim har hatt god effekt og en ikke kjenner til at det er oppnådd tilsvarende resultater i andre byer, ønsker Statens vegvesen å beskrive hvilke tiltak kommunen har satt i verk for å oppnå disse resultatene. Hensikten med rapporten er å dele erfaringer fra Trondheim med hensyn til viktige rammebetingelser, omfang, gjennomføring av tiltak, metoder og utstyr. Svevestøv er svært avhengig av lokale forhold som klima, trafikk, andre forurensningskilder, og erfaringene fra Trondheim vil ikke alltid kunne overføres direkte til andre steder.

I mange norske byer bidrar trafikken mest til dårlig lokal luftkvalitet. Partikler fra asfaltslitasje forårsaket av piggdekkbruk er en stor kilde til svevestøv. Svevestøv (partikler, PM) består av små, luftbårne partikler som kan stamme fra mekanisk slitasje eller forbrenningsprosesser. Svevestøv varierer i størrelse og sammensetning. Kravene til luftkvalitet omhandler inhalerbare partikler, det vil si partikler som er mindre enn 10 µm i størrelse. Bakgrunnen for at det stilles krav til luftkvalitet er både kortsiktige og langsiktige helseeffekter. Eksponering for svevestøv er en av de viktigste miljøårsakene til for tidlig død. En rekke befolkningsundersøkelser fra hele verden viser at både korttids- og langtidseksponering for svevestøv er assosiert med sykелighet og dødelighet av hjertekar- og luftveislidelser. Risikoen for dødelighet og sykелighet er høyere ved langvarig eksponering sammenliknet med kortvarig eksponering.

Det er mange forhold som har bidratt til at Trondheim kommune har lyktes med driftstiltak mot svevestøv. Viktige overordnede rammebetingelser har gitt en helhetlig strategi, koordinert innsats og gjennomføring på hele vegnettet uansett vegeier. I tillegg er det gjort noen hovedgrep knyttet til utstyr, tiltak og metodisk gjennomføring.

Overordna rammebetingelser

Driften av fylkesveger i sentrum av Trondheim skjer gjennom en refusjonskontrakt mellom Statens vegvesen og Trondheim kommune ved Trondheim bydrift. Dette medfører at myndighet og utførende er i samme organisasjon og samme utførende på fylkesvegnett og kommunalt vegnett. I tillegg utføres oppgaven i egenregi av Trondheim bydrift, noe som trolig har vært en fordel pga at oppgaven er vanskelig å beskrive kontraktmessig med hensyn til omfang, beslutningstaking og gjennomføring.

Trondheim bydrift har fått aksept for å bruke tilstrekkelige ressurser for å overholde kravene til lokal luftkvalitet. Det har blant annet gjort det mulig å fokusere på egenutvikling, anskaffelse, uttesting og vedlikehold av egnet utstyr.

Trondheim bydrift har gjennom målretta arbeidet siden 1990-tallet opparbeidet seg lang erfaring, god kompetanse og har en stabil arbeidstokk.

Hovedgrep knyttet til utstyr, tiltak og metodisk gjennomføring

I 2013 ble det gjort en del endringer i rutinene for redusere mengden av svevestøv i Trondheim kommune. «Støvregimet» starter 1. oktober og avsluttes 1. juni, noe som er lengre enn ordinær beredskap for vinterdrift. Erfaringsmessig skjer mange overskridelser av døgnmiddelverdien for PM10 senhøst og tidlig vår. Fokuset gikk også fra en frekvensbasert drift til en mer forbyggende og

behovsbasert drift, der tiltak i størst mulig grad utføres i perioder med lite svevestøv. Erfaringene fra Trondheim er at det er lettere og mer effektivt å gjøre forebyggende tiltak i stedet for å gjøre tiltak når luftkvaliteten er dårlig. Med forebyggende tiltak unngår man de høyeste støvkonsentrasjonene og holder støvmengden lav det meste av tiden.

Tiltak utføres ut fra en helhetlig vurdering basert på målinger og prognoser for vær og luftkvalitet samt erfaringer og kunnskap. Dette gjelder både forebyggende og avbøtende tiltak.

Støvet er ikke jevnt fordelt på veg- og sideareal, og det er derfor viktig med fokus på arealer der støvet akkumuleres og ikke kun vegbanen. Som forebyggende tiltak i perioder med lite svevestøv utføres renhold med bruk av prinsippet «vegg til vegg» renhold. «Vegg til vegg» renhold omfatter rengjøring av støyskjermer, fortau, g/s-veg, skilt, rabatter, midtrabatter, kantstein, kjøreareal og husvegg opptil ca. 0,5 m. Tilliggende vegnett og p-plasser inkluderes også. En del av dette må skje med håndspyling. Høytrykksspyling av vegbane er viktig for å løsrive fastgrodd støv, og kraftig oppsug viktig for å fjerne vann og støv fra vegbanen.

Perioder med mye svevestøv oppstår gjerne i perioden rett etter at piggdekkesesongen har startet (typisk etter første snøfall), ved kalde og tørre perioder om vinteren og om våren når vegen tørker opp. Det som driftsmessig er mest vanskelig å håndtere er kuldeperioder med lav vegbanetemperatur og der renhold må gjøres tørt. I disse periodene er det først og fremst støvdemping med $MgCl_2$ -løsning som benyttes. Spredning utføres med dysespreder på arealer med støvdepot, og ikke kun i vegbanen.

De to siste vintersesongene er det benyttet en renholdsmaskin med kraftig vakuumsug og $PM_{2,5}$ filter. Siden denne ikke bruker vann i rengjøringen kan den brukes uansett værforhold, har dermed redusert behovet støvdempingstiltak med $MgCl_2$ -løsning.

III. Innholdsfortegnelse

I.	Forord	I
II.	Sammendrag	II
III.	Innholdsfortegnelse.....	IV
1	Innledning.....	1
1.1	Svevestøv fra vegtrafikk	1
1.2	PM10 konsentrasjoner før og etter 2013.....	1
1.3	Nye og strengere krav fra 2016	2
1.3.1	Grenseverdier	3
1.3.2	Nasjonale mål og luftkvalitetskriterier	3
1.4	Driftstiltak mot svevestøv og tiltak beskrevet i rapporten.....	4
2	Viktige rammebetingelser for gjennomføringen av driftstiltakene	5
2.1	Organisering	5
2.2	Krav og mål for tiltak og gjennomføring.....	5
2.3	Kostnader og omfang	5
2.3.1	Kostnader	6
2.3.2	Omfang av tiltak	6
3	Driftsopplegg	7
3.1	Vaktordning og bemanning	7
3.2	Maskiner og utstyr.....	7
3.2.1	Støvdemping.....	7
3.2.2	Renhold.....	8
3.2.3	Kapasitet.....	9
3.2.4	Krav til nytt utstyr.....	10
3.3	Vegnett	10
4	Tiltak og gjennomføring	12
4.1	Rutiner før og etter 2013.....	12
4.2	Beslutning og beslutningstøtte	12
4.3	Forebyggende tiltak i perioder med lite svevestøv	13
4.3.1	«Vegg til vegg» renhold	13
4.3.2	Annet renhold.....	14
4.4	Tiltak i perioder med mye svevestøv.....	15
4.4.1	Støvdemping med MgCl ₂ -løsning	15
4.4.2	Renhold.....	15
4.5	Deponering av feiemasser.....	16

4.6	Renhold vår, sommer og høst	16
4.7	Sammenheng mellom andre driftsoppgaver og svevestøv.....	16
5	Konklusjon.....	17
	Vedlegg 1: Svevestøv, vegslitasje og tiltak	18
	Vedlegg 2: Maskinpark	32
	Vedlegg 3: Eksempler på gjennomføring	36
	Vedlegg 4: Støvdemping med kjemikalier	40

1 Innledning

1.1 Svevestøv fra vegtrafikk

Svevestøv er en fellesbetegnelse på alle partikler som holder seg svevende i lufta i en bestemt tid. De viktigste kildene til partikler (PM10 og PM2,5) er vegtrafikk, vedfyring og langtransportert forurensning. Vegtrafikk bidrar mest til svevestøvnivåene mange steder, både med vegstøv fra dekk og asfaltslitasje og utslipp av eksos. Det er partikler mindre enn 10 µm (PM10) som utgjør den største helseisikoen, og som det settes krav til i uteluft. Disse partiklene vil utgjøre en helsefare for folk da de kan inhaleres. I byområder med asfaltslitasje pga. piggdekk og bruk av strøsand, vil mineralske partikler dominere vegstøvet. Partikler dannes også i ulike forbrenningsprosesser (vedfyring, eksos fra biler, skip mm.), og disse partiklene vil ha en organisk sammensetning med partikkelstørrelse mindre enn 2,5 µm (PM2,5).

Det er en del tiltak som kan gjøres for å motvirke asfaltslitasje forårsaket av piggdekkbruk, og i Trondheim er det bevisst valgt å bruke en asfalttype som er motstandsdyktig mot piggdekk (Skjelettasfalt med største steinstørrelse 16 mm, Ska 16, med slitesterkt steinmateriale), nedsatt fartsgrense i sentrum, fokus på renhold og redusere piggdekkandelen og minimere bruken av strøsand. Vedlegg 1 gir en mer detaljert oversikt over hva svevestøv er, hva som forårsaker svevestøv og mulige tiltak mot svevestøv fra vegslitasje.

1.2 PM10 konsentrasjoner før og etter 2013

Trondheim hadde høye svevestøvverdier da målinger av luftkvalitet startet på begynnelsen av 1990-tallet, og har gjennom målrettet arbeid klart å redusere disse verdiene kraftig. En viktig årsak til reduksjonen av PM10-verdiene i denne perioden er innføring av piggdekkgebyr i 2001. Allikevel var det i 2009/10 mange døgn med verdier over grenseverdien, og det var fram til 2013 en klar sammenheng mellom piggdekkandel og antall overskridelser av døgnmiddelverdien for PM10¹.

I 2013 ble det innført nye og strengere rutiner for renhold og støvdemping. Dette har ført til en ytterligere reduksjon av mengde svevestøv i sentrum, og den ekstra innsatsen gjør at antall overskridelser av døgnmiddelverdien for PM10 ikke følger piggdekkandelen lenger.

Figur 1 viser en tidslinje over hvilke tiltak som er gjort for å redusere mengden av svevestøv i Trondheim og antall overskridelser for døgnverdien av PM10 fra 2000 til 2015.

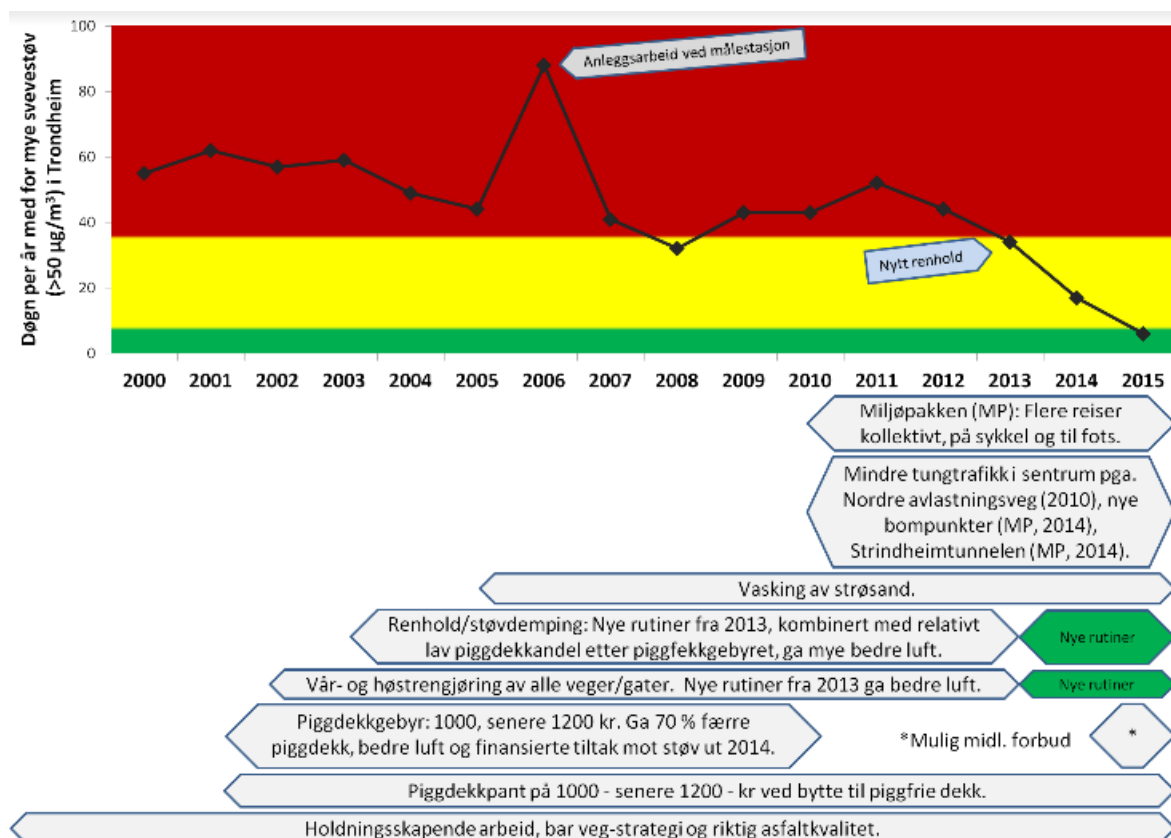
Som figuren viser så er det innført andre tiltak enn kun driftstiltak. I tillegg til disse er blant annet følgende innført:

- Fartsgrensen i sentrum er satt til 40 km/t
- Krav om støvdempende tiltak for bygge- og anleggsvirksomhet
- Krav om at alle kommunale kjøretøy skal kjøre piggfritt
- Intensivering av piggdekkkontroller
- Krav om at nasjonale mål for luftkvalitet skal være en viktig premiss i areal- og transportplanlegging
- Krav om årlig ettersyn og feiing av ved- og oljefyrte fyrkjeler
- Utskifting av eldre vedovner med nye rentbrennende/installering av etterbrenner i eldre ildsted/ installering av renseteknologi på piper. Dette skal gjennomføres i større skala gjennom statlige støtteordninger.
- Satsning på kollektivtransport, gående og syklende

¹ <http://www.luftkvalitet.info/Rapporter/YearlyReports/YearRapTrondheim.aspx>

- Innføring av gassbusser
- Redusert bruk av strøsand i sentrum med innføring av GsA (dvs. høyeste vinterdriftsklasse for gang-/sykkelveg som medfører bruk av salt for å holde arealet snø- og isfritt)
- Krav om reasfaltering innen en uke på frest asfalt

Trolig har samtlige tiltak bidratt til at det nasjonale målet ble tilfredsstillt i 2015. I og med at mange tiltak er satt i verk i tidsperioden 2000 til 2013 er det vanskelig å identifisere hvilken effekt de ulike tiltakene har hver for seg, men forsterket renhold og mer målrettet støvdemping fra 2013 har hatt en klar effekt på luftkvaliteten.



Figur 1 Tidslinje for sentrale grep mot svevestøv i Trondheim

1.3 Nye og strengere krav fra 2016

I Norge stilles det krav til luftkvaliteten gjennom grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier. I Tabell 1 vises verdiene for partikler/svevestøv PM10 og PM2,5.

Tabell 1: Grenseverdi, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for svevestøv

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi ¹⁾	Nasjonale mål ²⁾	Luftkvalitetskriterier ³⁾
PM10	Døgn	50 µg/m ³ må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår		30 µg/m ³
	År	25 µg/m ³	20 µg/m ³	20 µg/m ³
PM2,5	Døgn			15 µg/m ³
	År	15 µg/m ³	8 µg/m ³	8 µg/m ³

¹⁾ Grenseverdi (fra 01.01.2016): Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften), Kapittel 7. Lokal luftkvalitet

²⁾ Nasjonale mål (fra 01.01.2017): De kongelige klima og miljødepartement, Prop. 1 S (2016-2017)

³⁾ Luftkvalitetskriterier: Folkehelseinstituttet (2013) Luftkvalitetskriterier -Virkinger av luftforurensning på helse. Oslo, Nasjonalt folkehelseinstitutt (Rapport 2013:9)

1.3.1 Grenseverdier

Svevestøv er helseskadelig ved langt lavere nivåer enn tidligere antatt. Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet anbefalte derfor å skjerpe grensene for tillatt mengde svevestøv i luften, og dette ble vedtatt av Regjeringen i 2015, og ble gjeldende fra 2016.

Norge har derfor strengere krav til partikler (PM10 og PM2,5) enn EU:

- **Døgngrenseverdi PM10:** gjennomsnittlig konsentrasjon for ett døgn (24 timer) $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, grenseverdien kan overskrides maksimalt 30 døgn/år (35 døgn/år i EU)
- **Årsgrenseverdi PM10:** gjennomsnittlig konsentrasjon for ett år (365 dager) $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i EU)
- **Årsgrenseverdi PM2,5:** gjennomsnittlig konsentrasjon for ett år (365 dager) $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for EU)

Grenseverdier for uteluft/lokal luftkvalitet er juridisk bindende. Helse er en viktig faktor ved fastsettelsen av grenseverdiene, men forskriften tar også hensyn til hva som er rimelige krav ut fra andre samfunnshensyn. Det forekommer fortsatt overskridelser av grenseverdiene i enkelte byer enkelte år, og Norge ble som følge av dette dømt for brudd på luftkvalitetsdirektivet i 2015.

I 2018 vil det tas en avgjørelse på om disse kravene skal innstrammes ytterligere fra 2020.

1.3.2 Nasjonale mål og luftkvalitetskriterier

Det er også helsebaserte nasjonale mål og luftkvalitetskriterier satt for uteluft. Fra 2017 er de nasjonale målene forenklet ved at de er satt til samme nivå som to utvalgte luftkvalitetskriterier: Årsmiddel av PM10 og PM2,5. Målet er å sikre en luftkvalitet som er trygg for alle. Det anses derfor som hensiktsmessig å benytte luftkvalitetskriteriene som utgangspunkt for målsettingen. Hensikten med de nasjonale målene er å bidra til en utvikling der færrest mulig får negative helseeffekter av forurenset uteluft. De mest alvorlige helseeffektene er knyttet til langtidseksponering for høyere nivåer av forurenset luft. Det er derfor hensiktsmessig å knytte nasjonale mål til årsmiddelkonsentrasjoner, og ikke korttidseksponering. Problem med skadelig korttidseksponering blir likevel ivaretatt av forurensningsforskriften.

Som en følge av at svevestøv er helseskadelig ved langt lavere nivåer enn tidligere antatt, er det gjort en justering av de nasjonale målene for partikler i uteluft. Fram til 2016 har de nasjonale målene for luftkvalitet for PM10 vært maksimalt 7 overskridelser av $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i døgnmiddelkonsentrasjon per år.

De nye nasjonale målene fra 2017 er årsmiddelverdier for PM10 og PM2,5. For PM10 ligger målet på maksimalt $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og for PM2,5 ligger målet på maksimalt $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hensikten med luftkvalitetskriteriene er å forebygge helseskader av luftforurensning. Kriteriene er satt så lavt at de alle fleste kan utsettes for disse nivåene uten at det oppstår skadevirkninger på helsa. Mange luftforurensningskomponenter utløser de samme helseeffektene, og virker trolig sammen. Siden befolkningen utsettes for en rekke forskjellige komponenter samtidig, vil helseeffektene som observeres være et resultat av den samlede eksponering for luftforurensning. Dette kan være noe av grunnen til at helseeffekter observeres ved lavere nivåer i befolkningsstudier enn i mange eksperimentelle studier. Det er imidlertid lite kunnskap om interaksjonene og mekanismene for dette samvirket, spesielt ved lave konsentrasjoner.

1.4 Driftstiltak mot svevestøv og tiltak beskrevet i rapporten

I hovedsak vil driftstiltak mot svevestøv være renholdstiltak og støvdemping. Renholdstiltak vil være feiing og oppsug med eller uten vann og spyling. Støvdemping vil være å legge ut kjemikalie som gjør at vegbanen forblir fuktig og at støvet bindes til vegbanen.

I tillegg kan det være snakk om tiltak knyttet til andre driftsoppgaver eksempelvis bruk og krav til strøsand og fjerning av snøopplag for å unngå støvdepot.

Denne rapporten fokuserer i hovedsak på renholdstiltak.

2 Viktige rammebetingelser for gjennomføringen av driftstiltakene

Dette kapitlet beskriver de viktigste rammebetingelsene for at det gjennomføres driftstiltak med god effekt. Dette er forhold som har betydning for omfanget av driftstiltak, gjennomføring av enkelttiltak og utvikling av metoder og utstyr.

2.1 Organisering

Trondheim kommune har myndighetsansvaret mht. luftkvalitet. Dette innebærer at kommunen skal måle luftkvalitet, se til at kravene overholdes og i samarbeid med anleggseiere planlegge og gjennomføre tiltak for å sikre at kravene overholdes.

Vegnettet i sentrum består av både fylkesveger og kommunale veger. For fylkesvegene er det inngått en refusjonsavtale mellom Trondheim kommune ved Trondheim bydrift og Sør-Trøndelag fylkeskommune ved Statens vegvesen. Refusjonskontrakten gir dermed Trondheim bydrift ansvaret for å gjennomføre driften både på det kommunale vegnettet og for fylkesvegnettet i sentrum.

Det betyr at Trondheim kommune både har myndighetsiden og utførersiden mht. svevestøv. Bydrift har av Trondheim kommune fått relativt gode rammebetingelser for å utføre tiltak. Denne muligheten kan de benytte til å utføre helhetlige tiltak både på kommunal- og fylkesvegnettet.

Driftstiltak mot svevestøv utføres i egenregi av Trondheim bydrift uten bruk av underleverandører.

2.2 Krav og mål for tiltak og gjennomføring

Oppdraget til Trondheim bydrift er å gjennomføre renholds- og støvdempingstiltak slik at kravene til svevestøv tilfredsstilles og de nasjonale kravene overholdes langs kommunens vegnett, men også langs riks- og fylkesveger i sentrum, med bakgrunn i en refusjonskontrakt med Statens vegvesen. Det er ikke satt andre fysiske krav til tilstanden på vegbanen mht. hvor rent det skal være mv.

Arbeidet har blitt intensivert fra 2013. Norges astma- og allergiforbund anmeldte Norge, som senere ble dømt i EFTA-domstolen, for brudd på EUs luftkvalitetsdirektiv (Forurensningsforskriften). I den forbindelse ga Miljødirektoratet pålegg om samarbeid mellom Trondheim kommune, Sør-Trøndelag fylkeskommune og Statens vegvesen, for å bedre luftkvaliteten i kommunen. Partene laget en omforent plan med flere tiltak, hvor intensivert renhold og støvdemping viste seg svært effektivt på kort sikt.

I refusjonskontrakten med Statens vegvesen har Trondheim bydrift et funksjonsansvar for støvdempingstiltak. Dette gir bydrift et ansvar på eget initiativ for å planlegge, identifisere behov og utføre tiltak, samt dokumentere tilstand og innsats for å sikre god luftkvalitet. Det er også satt krav til et frekvensbasert renhold. I praksis har dette utviklet seg slik at Trondheim bydrift har tatt et funksjonsansvar for både renhold og støvdemping. Dette skyldes at Trondheim kommune sitter med både myndighetsansvar for luftkvalitet og utføreransvar, samt at erfaringene har vært at renhold og støvdempingstiltak henger nøye sammen.

2.3 Kostnader og omfang

For å oppnå god luftkvalitet gjennom hele vinteren kreves det et regime med stort omfang av tiltak som medfører betydelige kostnader. I og med at kommunens mål er å tilfredsstille krav til svevestøv, er det også gitt aksept for å bruke nødvendige ressurser for å oppnå dette. Driftstiltakene mot svevestøv gjennomføres som en del av den ordinære driften av vegnettet. De gjennomføres både som en del av refusjonskontrakten og driften av det kommunale vegnettet. Det er derfor noe komplisert å få detaljer på kostnad og omfang av tiltakene som gjøres.

Før 2013 ble det gjennomført mer frekvensbaserte tiltak med 3 faste netter per uke (natt til mandag, onsdag og fredag). Etter 2013 utføres renhold og støvdemping ut fra behov der værforhold og luftkvalitet vurderes av Trondheim bydrift. Dette har gjort at etter 2013 er kostnadene mer uforutsigbare og kan være både billigere og mer kostbart enn et frekvensbasert regime.

En av suksessfaktorene knyttet til renhold har vært utvikling og investering av egnet og tilstrekkelig utstyr. Dette gir økte kostnader. Trondheim bydrift har hatt muligheter og ressurser til å bedrive en del egenutvikling av nytt utstyr og forbedring av eksisterende utstyr. Dette har gitt en mulighet holde kostnadene nede, samtidig som det har gitt mulighet til å fokusere vedlikehold, service og kapasitet.

2.3.1 Kostnader

Trondheim bydrift har anslått en kostnad for støvdemping og renholdstiltak i Trondheim sentrum på 3,2 millioner kr i 2017. Disse midlene omfatter både tiltak som er utført i den definerte vintersesongen, men også «vegg til vegg» renhold som er gjennomført på våren (etter vintersesongens slutt), på sommeren og på høsten (før vintersesongen starter), se avsnitt 4.3.

Kostnadene fordeler seg på:

- Renholds- og støvdempingstiltak utført i vintersesongen (1. januar til 11. juni og 11. september til 31. desember 2017) har en kostnad estimert til ca. 2 mill. kr i 2017. Dette gjelder aktiviteter som spyling, feiing og støvbinding med MgCl₂.
- «Vegg til vegg» renhold utført utenom vintersesongen har en kostnad estimert til ca. 1,3 mill. kr for 2017. Dette gjelder vasking av hele vegarealet inklusivt støyskjermer, midtdeler, murer o.l.

De estimerte kostnadene gjelder for den prioriterte vegstrekningen som ifølge Trondheim kommune er målt til å omfatte*:

- 9,2 km kjøreveg med 4 felts veg
- 13,4 km fortau og gang/sykkelveg

*Dette er lengde vegstrekning, ikke total lengde for alle felt eller tur/retur

2.3.2 Omfang av tiltak

Det er utfordrende å få detaljerte og sikre tall på omfang med hensyn til antall tiltak og frekvens. Trondheim bydrift har hentet ut målinger på antall kilometer kjørt i 2017 ut fra GPS målinger (automatisk innsamlet driftsdata), som også inkluderer transport kjøring. Transportkjøring vil her trolig utgjøre relativt lite siden avstand mellom driftssted og startpunkt på strekningen er ca. 1 km. Totalt for 2017 er det registrert 2 636 kjørte km i forbindelse med driftstiltak mot svevestøv, som vist i tabell 2.

Tabell 2: Kjørte km i 2017 for driftstiltak mot svevestøv

	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Sep	Okt	Nov	Des	Sum
Feiing	97,3	216,8	14,5	17,6	74,7	22,9	19,8	32,6	4,4	0	500,6
Spyling	6,5	82,5	33,0	40,7	190,4	30,8	0	52,0	12,5	21,1	469,5
Støvdemping	312,6	103,9	170,1	248,1	272,7	28,3	77,2	212,0	200,1	40,9	1 665,9
Sum	416,4	403,2	217,6	306,4	537,8	82,0	95,0	296,6	217,0	62,0	2 636,0

3 Driftsopplegg

I dette kapittelet beskrives driftsopplegget mht. bemanning, utstyr og vegnett.

3.1 Vaktordning og bemanning

«Støvregimet» starter 1. oktober og avsluttes 1. juni. I vintersesongen er overordnet vakt ansvarlig, og støvtiltak er en av oppgavene til overordnet vakt. Etter vintersesongen og frem til 1. juni er det en egen overordnet vakt for støvtiltak. Det er samme vaktstyrke for vinterdrift og renhold/støvdemping, men sjåførene som dedikeres til renhold/støvdemping har egen opplæring og har det som hovedoppgave.

Vaktstyrken for alt av renhold og støvdemping på det prioriterte vegnettet består av 12 personer fordelt på 3 skift. Hele oppgaven driftes i egenregi.

Ei vaktuke går fra torsdag til torsdag med 3 ukers syklus. De som er på vakt har vanlig arbeidstid mandag til fredag fra kl 07 - 15 og beredskap kl 15 - 07 og i perioden fredag kl 15 - mandag kl 07. Vaktleder og mannskap har samme arbeidstid og beredskapstid i vaktuka.

Vaktstyrken må ha forståelse for den oppgaven som skal utføres og hva som kreves for å oppnå best mulig resultater, se kapittel 4.2.

3.2 Maskiner og utstyr

I dette avsnittet beskrives maskiner og utstyr som brukes til støvdemping og renhold i Trondheim sentrum for å sikre god luftkvalitet vinterstid. Det skilles mellom støvdemping og renhold, og praksis før og etter 2013. Maskiner og utstyr som brukes i den ordinære driften (vårfeieing og vegnett utenfor sentrum) omtales ikke, men er med i opplisting av utstyr i Vedlegg 2.

3.2.1 Støvdemping

Fra 2003 til 2013 ble støvdemping med $MgCl_2$ -løsning gjennomført for å hindre oppvirvling av støv i forbindelse med renholdstiltak som ble gjennomført ved tørrfeieing. Støvdemping ble utført med tallerkenspreder i vegbanen.

I 2013 ble det innført forebyggende støvdemping (ved behov) av sentrumsgatene ved bruk av $MgCl_2$ -løsning. I starten ble det benyttet tallerkenspreder, og støvdemping ble kun utført i vegbanen. Fra vinteren 2014/15 ble det testet dysespreder på en enhet for mer målrettet utlegging på områder med støvdepot (sidearealer, vegkant) i tillegg til vegbanen.

Trondheim bydrift har i vinterdriften 5 store kombispredere for utlegging av løsning eller befuktet salt. For støvdemping er en enhet er spesialbygd med dysebom for utlegging i opptil 11 m bredde bak på bilen i tillegg til tallerkenspreder. De fire andre enhetene har kun tallerkenspreder for utlegging bak bilen og dysespreder for sideareal. Dette er enheter som monteres på krokbil, tilpasset bilens nyttelast.

Arbeidshastighet for dysesprederen ved støvdemping er på 20-25 km/t for vegbanen og litt lavere for spredning på fortau/sideområde for å minimere utilsiktet spredning til omgivelsene. Dysebommen er 2,5 meter bred og legger ut i 3 meters bredde, og består av 3 flatstråledyser. I tillegg er det 8 flatstråledyser (4 på hver side) for spredning på sideområder. Ved bruk av alle dysene er det mulig å dekke en bredde på opptil 11 m (2-3 kjørefelt), men dette er vanskelig gjennomførbart pga. tilsøling av trafikk under utlegging.

3.2.2 Renhold

Frem til våren 2016 ble renhold av vegbanen utført med tørrfeiging ved opptak av tørrstoff med åpne børster og elevator eller høytrykksspyling med vakuumpptak. Renhold med tørrfeiging virvlet opp mye støv til omgivelsene, og arealet måtte da gjerne befuktes i forkant enten med en egen enhet, eller med feibilens egne befukningsanlegg samtidig med feiging. Dette medførte at mye av finstoffet ble liggende igjen på vegbanen etter feiging.

Etter 2013 ble fokuset endret fra frekvensbaser renhold til behovsprøvd preventivt renhold, selv om maskinparken stort sett var den samme.

Maskinpark per 2017:

- 2 store feiemaskiner (3 akslet) med ensidig feieaggregat, og høytrykkspylebom med oppsug (baksug). Brukes på hovedveger i mildværsperioder.
- 1 mellomstor feiemaskin med høytrykkssystem, bredsug og rotorcleansystem.
- 1 stor feiemaskin (2 akslet) med tosidig feieaggregat. Brukes på gater i sentrum i mildværsperioder.
- 3 mellomstore feiemaskiner med elevatoropptak. Brukes på gater i sentrum også ved kuldegrader.
- 2 lastebiler med spylearm. Trondheim bydrift har tilpasset påbyggene på disse bilene til behovet de har. Spylebilene benyttes i «vegg til vegg» renhold og på alle arealer ved mildværsperioder.
- Det er også kjøpt inn spylepåbygg som benyttes på liten lastebærer. Dette benyttes til spyling av fortau og g/s-veger i mildværsperioder.

Trondheim bydrift bruker også maskinell spyling av vegbanen og håndholdt utstyr mot refuger og fortau med avrenning mot drencsystem. Før 2013 var maskinell spyling stort sett med lavtrykk, mens etter 2013 blir dette utført med høytrykk. Utstyr for høytrykksspyling benyttes på arealer med faste dekker, mens lavtrykkutstyr, 20-25 bar, benyttes på brostein og midtrabatter.

Ny teknologi for rengjøring med kraftig vakuumsug (opp til 1600 kg sugekraft) og uten bruk av vann (DisaClean) ble testet ut våren 2016. DisaClean har effektive filter for å fjerne partikler fra utluften ned til 2,5 µm. Den er også utstyrt med innkapslede børster for ikke å virvle opp støv til omgivelsene. Arbeidshastigheten til denne enheten er 10-15 km/t med en arbeidsbredde på 2,5 m, og fjerner løst støv fra vegoverflaten. En egen enhet utviklet av Trondheim bydrift for høytrykksspyling av vegbanen ble også benyttet våren 2016, for å løsrive fastgrodd støv fra teksturen i asfalten².

Arbeidshastigheten til denne enheten er 10 km/t. Resultatene fra denne testen var så gode på luftkvaliteten våren 2016 at det ble inngått en leasingavtale vinteren 2016/17 og 2017/18.

² Statens vegvesen rapport nr. 432 og VTI-rapport 953.



Figur 2: DisaClean (Foto: Brynhild Snilsberg)

3.2.3 Kapasitet

Det som bestemmer kapasitet på utstyret er kjørefart, bredde på opptaket og volum på vanntanker og oppsamlingstanker. Dessuten har avstand til avfallsdeponi og mulighet for vannpåfylling en del å si for kapasiteten.

Bredde på opptaket er vanligvis lik eller litt mindre enn bredden på bæremaskinen. Kjørefarten er avhengig av mengde støv/sand som skal feies/suges opp og ligger vanligvis i området 3 – 10 km/t. Det er imidlertid viktig å merke seg at resultatet i stor grad er avhengig av farten, noe tester i Trondheim både i 2015 og 2016 tydelig viser³.

³ [Statens vegvesen rapport nr. 619](#) Renholdsforsøk i tunnel og gate i Trondheim våren 2015 – Strindheimtunnelen og Haakon VII gate, [Statens vegvesen rapport nr. 432](#) Renholdsforsøk 2016 - Strindheimtunnelen og Haakon VII gate i Trondheim og Stordalstunnelen i Møre og Romsdal

3.2.4 Krav til nytt utstyr

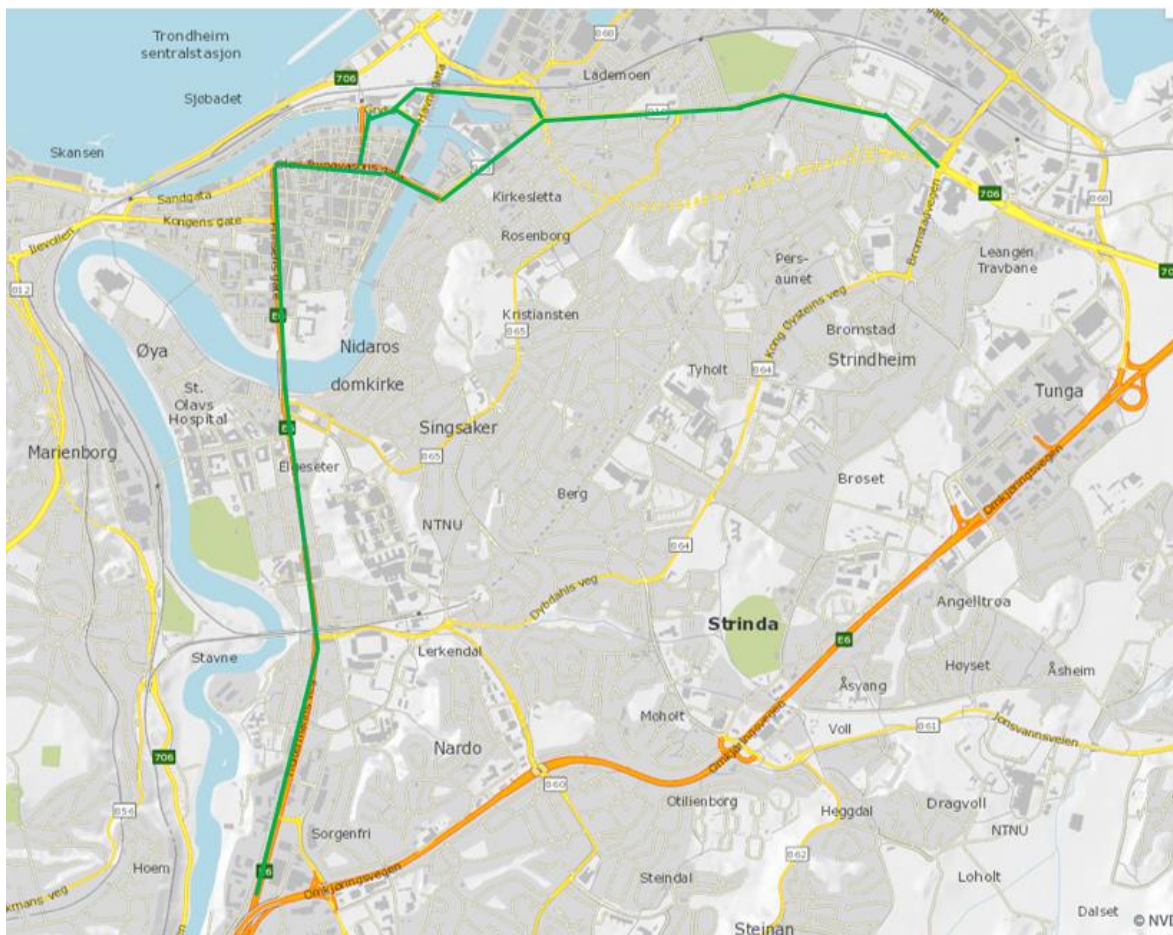
Ved fremtidige innkjøp av maskiner gjennomfører Trondheim bydrift grundige behovs- og kostnadsanalyser med fokus på kvadratmeterpris opp mot ønsket kvalitet. I en kostnadsanalyse inngår også driftskostnader med fokus på effektiv arbeidstid med renhold, driftssikkerhet, lave utgifter og rask service.

Det etterspørres i markedet utstyr med fokus på prosessutslipp (filtrering av utluft og resirkulering av prosessluft) og løsninger for vinterforhold som kan være aktuelt for Trondheim.

3.3 Vegnett

Trondheim bydrift har som nevnt tidligere, en refusjonsavtale med Statens vegvesen om drift av fylkesvegnettet i sentrum. Dette gjør det enklere å koordinere innsatsen på både fylkesveger og kommunale veger.

Vegnettet som er under spesiell fokus med tanke på svevestøv, er naturlig nok vegnettet med høy trafikk, men det er også fokus på det tiliggende vegnettet og arealer. Dette gjelder kryssende og parallelle vegnett, parkeringsarealer og gang- og sykkelveger.



Figur 3 Vegnett med forsterket innsats på renhold

På figur 3 er vegnettet med driftstiltak mot svevestøv merket med grønt. ÅDT varierer fra ca. 10.000 til ca. 25.000.

Vegnettet som omfattes av dette opplegget er (2016/17 og 2017/18) er vist i tabellen under.

Tabell 3: Vegnett i Trondheim med forsterket renhold (meter)

Vegnr	Vegroute	Lengde (m) fordelt på vegkategori		
		DkA	Fortau GsA	GSV GsA
E6 / Fv 910	Holtermannsv. (fra Siemens) - Elgesetergt - Prinsensgt - Olav Tryggvasonsgt - Bakke bru, Søndre gt (nord), Kjøpmannsgt. (nord)	4 719	7 728	
Fv 905	Innherredsveien (Bakke bru - Solsiden)	584	351	
Fv 910	Havnegata - Gryta - Dyre Halsesgt. - Innherredsveien (til Strindheimkrysset/Sirkus)	3 926	4 069	1 647
Sum		9 229	12 148	1 647

DkA: vinterdriftsklasse A i henhold til R610 Standard for drift og vedlikehold

GsA: vinterdriftsklasse A for gang- og sykkelanlegg i henhold til R610 Standard for drift og vedlikehold

GSV: gang- og sykkelveg

4 Tiltak og gjennomføring

I dette kapittelet beskrives mer detaljert hvordan tiltak besluttes og gjennomføres.

4.1 Rutiner før og etter 2013

I 2013 ble det gjort en del endringer av rutineene for å redusere mengden av svevestøv i byen.

Fra 2003 til februar 2013 var vinterfeingsperioden fra 15. oktober til ca. 15. april. Renhold var frekvensbasert og det ble utført tørrfeing 3 netter pr uke (natt til mandag, onsdag og fredag) med etterfølgende utlegging av $MgCl_2$ -løsning. Dette ble utført kun på hovedvegnettet i sentrum (E6 fra Siemens til Sirkus og noen kommunale gater i sentrum) og ikke på fortau og g/s-veger og tilliggende vegnett. Tørrfeing ble utført med 3 stk. Dulevo.

Fra 2013 ble vinterfeingsperioden utvidet til å gjelde fra ca. 1. oktober til første uka i juni. Fokuset gikk fra en frekvensbasert drift til en mer forbyggende og behovsbasert drift. Behovet vurderes ut fra værforhold, erfaringer og luftkvalitetsmålinger. Renholdet ble utvidet til å gjelde hele gatearealet, betegnet som «vegg til vegg» renhold, nærmere beskrevet i kapittel 4.3. I tillegg blir tiltak i større grad utført også på vegnett og arealer (kryss, p- plasser, parallelle gater) som ligger inntil hovedvegnettet.

Støvedemping skjer nå i større grad kun på arealer med støvdeponi enn i selve vegbanen, det vil si vegkant, fortau, rabatter, kryss, sidegater mv. Spredning skjer nå med dysespreder og ikke tallerkenspreder, noe som gir mer presis utspredning. Dette har medført redusert bruk av $MgCl_2$ -løsning.

Trondheim bydrift gjennomfører av og til på eget initiativ tiltak i områder med byggevirksomhet og massetransport hvis tiltakseier ikke gjennomfører egne tiltak tilfredsstillende. I perioden etter 2013 har det også vært et stort fokus på effektivt og driftsstabilitet utstyr gjennom utprøving, kjøp og egenutvikling.

4.2 Beslutning og beslutningstøtte

For å ta riktige beslutninger om hvilke tiltak som skal gjennomføres er det viktig med mannskap med god erfaring og kunnskap. Dette innebærer at mannskapet må ha:

- Forståelse av hensikten med driftsoppgaven
- Forståelse av hva som skal gjøres
- Hvordan vær-, vegbaneforhold og trafikk påvirker luftkvaliteten
- Hvilken effekt mulige tiltak har under ulike forhold

I tillegg trengs det god beslutningstøtte i form av værprognoser, informasjon om rådende vegbaneforhold, luftkvalitetsmålinger og –prognoser. Det er også ekstra fokus på utfartsdager/problemdager når man vet det er ekstra mye trafikk.

Vaktleder har kontinuerlig tilgang til værdata og oversikt over luftkvalitet. På bakgrunn av dette vurderes behov for tiltak. Når vaktleder kaller ut mannskap skal han begrunne og loggfører dette. Tilsvarende har lagsstedene dataskjermer som viser værforhold og luftkvalitet slik at også mannskapet hele tiden har oversikt over situasjonen og hva som kan forventes av behov for tiltak. Mannskapet iverksetter og loggerfører tiltak og kun etter ordre/avtale med vaktleder.

Statens vegvesen har tre målestasjoner for luftkvalitet i Trondheim sentrum som er veiledende for hvilke tiltak som settes inn av Trondheim bydrift. Disse tre målepunktene er: Elgeseter gate (vegnær stasjon), Bakke kirke v/Innherredsveien (vegnær stasjon) og Torvet (bakgrunnsstasjon omlag 15 m

over bakken). I tillegg har Statens vegvesen en målestasjon på E6 sør for sentrum (E6 Tiller) som brukes av entreprenør med ansvar for Trondheim ytre.

Målinger fra disse punktene vil sammen med værvarsel bestemme hvilke typer tiltak som blir iverksatt.

4.3 Forebyggende tiltak i perioder med lite svevestøv

Når fokuset har blitt endret fra frekvensbasert og avbøtende tiltak til et forebyggende regime betyr dette at tiltak i stor grad blir utført i perioder der det er god luftkvalitet. Det betyr gjerne perioder med mildvær (plussgrader) og våt vegbane.

Erfaringene fra Trondheim er at det er lettere og mer effektivt å gjøre forebyggende tiltak i stedet for å gjøre tiltak når luftkvaliteten er dårlig. Med forebyggende tiltak unngår man de høyeste støvkonsentrasjonene og holder støvmengden lav det meste av tiden. Dette skyldes:

- Ved høye svevestøvkonsentrasjoner er allerede mye av støvet virvlet opp og det er for sent å gjøre tiltak (det finnes ikke metoder for å fjerne partikler i uteluft)
- Ved våt eller fuktig vegbane er nyprodusert vegstøv bundet til vegbanen
- Steinpartikler på vegbanen vil knuses ned til mindre partikler av trafikken samtidig som de sliter på asfalten («sandpapireffekten»), derfor vil en ren vegbane vil trolig produsere mindre vegstøv
- Fukt og vann fra nedbør vil lettere løse opp fastgrodd vegstøv som gjør renholdet lettere
- Ved å gjøre renholdstiltak i mildværsperioder kan en bruke metoder med vann, høytrykk og spyling noe som gir bedre og mer effektivt renhold
- Metoder med bruk av høytrykk og spyling er bedre egnet til å nå områder med størst støvdeponi (inntil kantstein, på fortau og rabatter). Dette er områder som er vanskelig med en ordinær feiebil

4.3.1 «Vegg til vegg» renhold

«Vegg til vegg» renhold omfatter rengjøring av støyskjermer, fortau, g/s-veg, skilt, rabatter, midtrabatter, kantstein, kjøreareal og husvegg opptil ca. 0,5 m. Også grøntarealer langs veg samler støv som kan renne ut i vegen når det regner. Derfor bør disse arealene også spyles når det gjøres tiltak.

En del av dette må skje med håndspyling, generelt utføres mye av dette renholdet med bruk av spyling. Husvegger fuktes først for å løse opp skitt som spruter opp fra fortau. Det benyttes også noen maskinelle spylere for spyling av enkelte objekter. «Vegg til vegg» renhold gjennomføres om våren (etter piggdekkseasonen), på sommeren, høst (fullført i løpet av 1. uka i oktober) og ellers under mildværsperioder om vinteren når det har vært ca. en uke med mildvær.

God vegtilstand og –utforming er viktig for å få gjennomført effektivt renhold. Dype spor, grov tekstur, sprekker/krakelering, skarpe kurver, vegutstyr osv. gjør det vanskeligere å rengjøre på en god og kostnadseffektiv måte.



Figur 4: Spyling med maskin og for hånd (foto: Brynhild Snilsberg, Kai Rune Lysbakken og Adressa)

4.3.2 Annet renhold

I tillegg til «vegg til vegg» renhold blir vegbane og evt. fortau jevnlig rengjort ved værforhold som gjør dette mulig. Dette skjer med spyling og med bruk av feiebiler med høytrykksvask og oppsug. Se kapittel 3.2.2.

Våren 2016 og vinteren 2016/17 ble det leaset en kraftig vakuumsuger med PM2.5-filter Disa-Clean med arbeidshastighet opptil 10-15 km/t som kan brukes under alle vær- og vegbaneforhold. Denne har også blitt benyttet i mildværsperioder og kombinert med egenutviklet høytrykksspyleenhet. Se kapittel 3.2.2.



Figur 5: Egenutviklet høytrykksspyleenhet koblet på ordinær suge-/pumpebil (foto Dagfin Gryteselv)

4.4 Tiltak i perioder med mye svevestøv

Perioder med mye svevestøv oppstår gjerne i perioden rett etter at piggdekkesesongen har startet (typisk etter første snøfall), ved kalde og tørre perioder om vinteren og om våren når veggen tørker opp. Det som driftsmessig er mest vanskelig å håndtere er kuldeperioder med lav vegbanetemperatur og der renhold må gjøres tørt. I disse periodene er det først og fremst støvdemping med $MgCl_2$ -løsning som benyttes.

I tillegg til støvgenerering bidrar trafikken til at svevestøvet holder seg i lufta (oppvirvling). Det er derfor best å gjøre tiltak med renhold og støvdemping før støvet virvles opp i lufta. Dette betyr at tiltak bør utføres på tider av døgnet der trafikken er lavest.

4.4.1 Støvdemping med $MgCl_2$ -løsning

$MgCl_2$ er et salt som er meget hygroskopisk, det vil si at det trekker til seg fuktighet fra lufta. Ved å spre $MgCl_2$ -løsning vil dermed vegbanen holde seg fuktig slik at støv bindes til vegoverflaten og ikke virvles opp i lufta som svevestøv.

Før 2013 ble hele vegbanen støvdempet med $MgCl_2$ -løsning med bruk av tallerkenspreder. Tiltaket ble ofte benyttet i forbindelse med renholdstiltak når det ble utført som tørrfeiling med Dulevo. Det ble til dels brukt høye spredemengder. I perioder var det et problem med lav friksjon på bar veg, noe som trolig skyldes akkumulering av støv og salt, kombinert med fuktig veg. Det er derfor viktig å vaske bort blandingen av støv og salt så snart temperaturen tillater bruk av vann.

Etter 2013 ble det fokus på arealer hvor støvet akkumuleres, spesielt vegkant, fortau og rabatter. Det støvdempes også i vegbanen, men sjelden sammenlignet med sidearealet. I tillegg støvdempes kryss og tilliggende vegnett samt parkeringsplasser. Hyppigheten på utlegging på sidearealer er 3-5 ganger sammenlignet med utlegging på hele vegbanen. Utlegging skjer nå med dysespredere som gir et mer presist spredebilde og mulighet til å kun spre på utvalgt arealer. Dette har medført et lavere saltforbruk. Støvdempingsperioden er vanligvis fra starten av oktober og ut mai.

Det benyttes en fullmettet løsning av $MgCl_2$ (22 %) til støvdemping. Doseringen er avhengig av type areal og temperatur. Ved mildvær og på vegbanen benyttes det 20 g/m². Når det er kuldegrader og på sidearealer benyttes 30 g/m². I kjørebanelen legges $MgCl_2$ ut med stor bil, mens det benyttes en Wille 365 til å legge ut $MgCl_2$ på fortau og sidearealer.

Erfaringene fra Trondheim er at tiltak med $MgCl_2$ -løsning fungerer som en støvsamler og bidrar til at støvet fester seg mer til overflater og dette gjør renhold mer krevende. I tillegg kommer de mer generelle negative effekter av ulike kjemikalier med hensyn til miljø og materialer. Se vedlegg 4 for mer informasjon om valg av kjemikalie for støvdemping.

Friksjon på vegbanen må kontrolleres jevnlig i forbindelse med støvdempingstiltak. Støvdemping med magnesiumklorid skjer ikke der det er trikkeskiner pga lav friksjon mellom trikkeskinne og sporvogn⁴.

4.4.2 Renhold

Renhold er i stor grad forbyggende, men kan også brukes som avbøtende tiltak når det er dårlig luftkvalitet.

Våren 2016 ble det testet ut en vakuumsuger med innkapslede koster og PM2,5 filter som muliggjør renhold uansett vegbaneforhold og temperatur, se avsnitt 3.2.2. Et slikt system muliggjør i større grad renhold som avbøtende tiltak i tillegg til forebyggende tiltak. Tidligere ble kun tørrfeiling utført

⁴ [Innvirkning av magnesiumklorid på bremseledder og friksjon for sporvogn. SINTEF-rapport SBF IN F10007.](#)

med maskiner uten oppsug og innkapsling av koster, noe som medførte stor oppvirvling av støv og lavt opptak av finstoff. Dette medførte at det måtte støvdempes både før og etter feiing for å hindre oppvirvling.

4.5 Deponering av feiemasser

Alt som feies opp legges i et mellomdeponi på kommunens egen tomt for avvanning. Når massene er tilstrekkelig tørre, transporteres de til et permanent, godkjent deponi. Massene er klassifisert som spesialavfall. Maksimal transportavstand til mellomdeponi under feiing er 7 km.

4.6 Renhold vår, sommer og høst

Det er også et omfattende regime på renhold utenom vintersesongen. Både på våren etter at piggdekkene skal være tatt av og om høsten før piggdekkene settes på, rengjøres vegene grundig med «vegg til vegg» prinsippet for å fjerne vegstøv etter vintersesongen og for å ha et rent vegnett når vintersesongen starter. Det gjøres rengjøring på horisontale flater (vegbane og sidearealer) midt på sommeren/august. Piggdekkseasonen er variabel ut i fra når påska avsluttes, men i Trondheim er det dessverre en del piggdekkbruk etter at sesongen er avsluttet, noe som medfører vegslitasje og støvproduksjon. I tillegg er våren problematisk med tanke på svevestøv pga opptørking av vegene samt smelting av snø som frigir en del støv som har vært akkumulert.

Det utføres også ordinær feiing «Midtbyfei» av arealer i sentrum for å fjerne søppel, men har ingen sammenheng med tiltak mot svevestøv.

4.7 Sammenheng mellom andre driftsoppgaver og svevestøv

Det har stor betydning for renholdet hvordan vinterdriften gjennomføres. Klimaet i Trondheim er slik at det i store deler av vinteren vil være bare veger uansett vinterdriftsstrategi. Det medfører at det vil alltid være et stort potensiale for vegslitasje og svevestøv. I Trondheim sentrum driftes kjøreareal for biler med bruk av salt, og fra 2015 er det også innført bruk av salt på gang- og sykkelveger. Bruk av salt på gs-veger krever god mekanisk fjerning av snø og slaps, dette skjer ved bruk av kost.

Fra vintersesongen 2015/16 har det også blitt benyttet kost for fjerning av snø på vegbanen gjennom Trondheim sentrum. Dette har trolig også en effekt i forhold til å oppnå renere vegbane ved at en del av vegstøvet fjernes med snø og slaps. Ved relativt store snøfall brøytes, koster vegbanen, og snøen freses direkte opp i lastebil og kjøres bort. Dette gjør at man ikke får noe snøopplag i gatearealet som kan fungere som støvdeponi.

Bruk av salt i vinterdrift både på gate- og gs-vegnettet («barvegstrategi») medfører minimalt bruk av strøsand. Strøsand kan bli benyttet eksempelvis ved lave temperaturer og arealer som driftes av private. Strøsand kan være en kilde til svevestøv, enten ved at den inneholder finstoff eller ved at det knuses ned til mindre partikler av trafikken samt at det sliter på vegbanen av trafikken.

Salting og «barvegstrategi» gir fravær av snø og is i vegbanen som er en forutsetning for å kunne rengjøre effektivt. Støvdemping med $MgCl_2$ -løsning vil være umulig å gjennomføre der det tillates snø og is i vegbanen. Samtidig vil et snø og isdekke medføre mindre asfaltslitasje enn en bar veg, men på et høytrafikkert vegnett og et mildt og ustabilt klima vil det raskt bli bart i hjulspor uansett valg av vinterdriftsstrategi. Imidlertid vil en fuktig og skitten vegbane gi 3-5 ganger høyere slitasje enn en tørr vegbane, og det er sannsynlig at salting vil gi en høyere andel fuktig vegbane, men det er svært avhengig av klima.

Kantrensk bør gjøres hvert jevnlig for at gresskantene ikke bygger seg opp og hindrer rengjøringen. I Trondheim viser erfaringer at dette bør gjøres ca. hvert 5. år.

5 Konklusjon

Trondheim kommune har oppnådd god luftkvalitet i Trondheim sentrum. Dette skyldes trolig det nye regimet innen renhold og støvdemping som ble innført i 2013, men må også ses i sammenheng med andre tiltak som er innført over flere år.

Det er mange forhold som har bidratt til at Trondheim kommune har lyktes med driftstiltak mot svevestøv.

Det har vært noen overordnede rammebetingelser som har gitt en helhetlig strategi, koordinert innsats og gjennomføring på hele vegnettet uansett vegeier:

- Refusjonskontrakten har gitt myndighet og utførende i samme organisasjon og samme utførende på fylkesvegnett og kommunalt vegnett.
- Driftsoppgaven har vært utført av Trondheim bydrift i egenregi, noe som trolig har vært en fordel pga at oppgaven er vanskelig å beskrive kontraktsmessig med hensyn til omfang, beslutningstaking og gjennomføring.
- Det har vært aksept for å bruke tilstrekkelige ressurser for å oppnå god luftkvalitet.
- Det har vært et fokus på egenutvikling, anskaffelse, uttesting og vedlikehold av egnet utstyr.
- Trondheim bydrift har opparbeidet seg lang erfaring, god kompetanse og har en stabil arbeidstokk.

Noen hovedgrep er gjort knyttet til utstyr, tiltak og gjennomføring:

- «Støvregimet» starter 1. oktober og avsluttes 1. juni, noe som er lengre enn ordinær beredskap for vinterdrift. Erfaringsmessig skjer mange overskridelser av døgnmiddelverdien for PM10 senhøst og tidlig vår.
- Tiltak utføres ut fra en helhetlig vurdering basert på målinger og prognoser for vær og luftkvalitet samt erfaringer og kunnskap. Dette gjelder både forebyggende og avbøtende tiltak.
- Endring fra frekvensbaserte til forebyggende tiltak i perioder med lite svevestøv og bruk av prinsippet «vegg til vegg» renhold med fokus på arealer der støvet akkumuleres og ikke kun vegbanen. Tilliggende vegnett og p-plasser inkluderes.
- Spyling og bruk av vann ved milde temperaturer er effektivt for å fjerne støv fra vegkant og sideareal der man ikke kommer til med feiebil. Høytrykksspyling av vegbane er viktig for å løsrive fastgrodd støv, og kraftig oppsug viktig for å fjerne vann og støv fra vegbanen.
- Støvdemping skjer målrettet i perioder der det forventes høye konsentrasjoner av svevestøv. Spredning utføres med dysespreder på arealer med støvdepot, og ikke kun i vegbanen.
- Bruk av renholdsmaskin med kraftig vakuumsug og PM2,5 filter som kan brukes uansett værforhold reduserer støvdempingstiltak.

Vedlegg 1: Svevestøv, vegslitasje og tiltak

Verdens helseorganisasjon (WHO) har rangert luftforurensning som den miljøutfordringen som gir størst helsebelastning i byområder. 7 millioner mennesker dør årlig av sykdommer på grunn av luftforurensning. I mange land bidrar ulike typer av forbrenning mest til luftforurensning (eksos fra biler, energiproduksjon, oppvarming, skogbranner, jordbruk, industriprosesser). Luftforurensning har mange kilder som vist i Tabell 3, og i Norge bidrar slitasje av asfaltdekker på grunn av piggdekkbruk, samt slitasje av bildekk, bremses, eksos og vedfyring mest til svevestøv i byer og tettsteder.

Tabell 4: Kilder til luftforurensning i Norge⁵

	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	Ozon	Benzen
Eksos	Veldig mye	Noe	Mye		Lite		
Slitasje av asfalt, bildekk og bremses		Veldig mye	Noe				
Strøsand*		Veldig mye	Noe				
Vedfyring		Mye	Mye				
Industri**	Noe	Noe	Noe	Noe			
Skip**	Noe	Lite	Lite	Noe			
Avdampning							Noe
Langtransportert forurensning	Lite***	Noe	Mye	Noe		Veldig mye	

* Gjelder bare der strøsand brukes

** Gjelder bare i byer hvor det er aktuell aktivitet

*** Det er lite langtransportert NO₂, men svært mye ozon som reagerer med lokalt utslipp av NO og danner NO₂

Svevestøv er definert som partikler som kan holde seg svevende i et lengre tidsrom, og dette vil si partikler som er mindre enn ca. 100 µm (1 µm = 1/1000 mm). Det er altså veldig små partikler vi snakker som kan stamme fra forbrenningsprosesser, eller mekanisk slitasje. Svevestøv varierer i størrelse og sammensetning. De viktigste størrelsesgruppene angitt i mikrometer (µm) er:

- PM_{0,1} (ultrafin fraksjon)
- PM_{2,5} (finfraksjonen)
- PM_{10-2,5} (grovfraksjonen)
- PM₁₀ (grovfraksjon + finfraksjon)

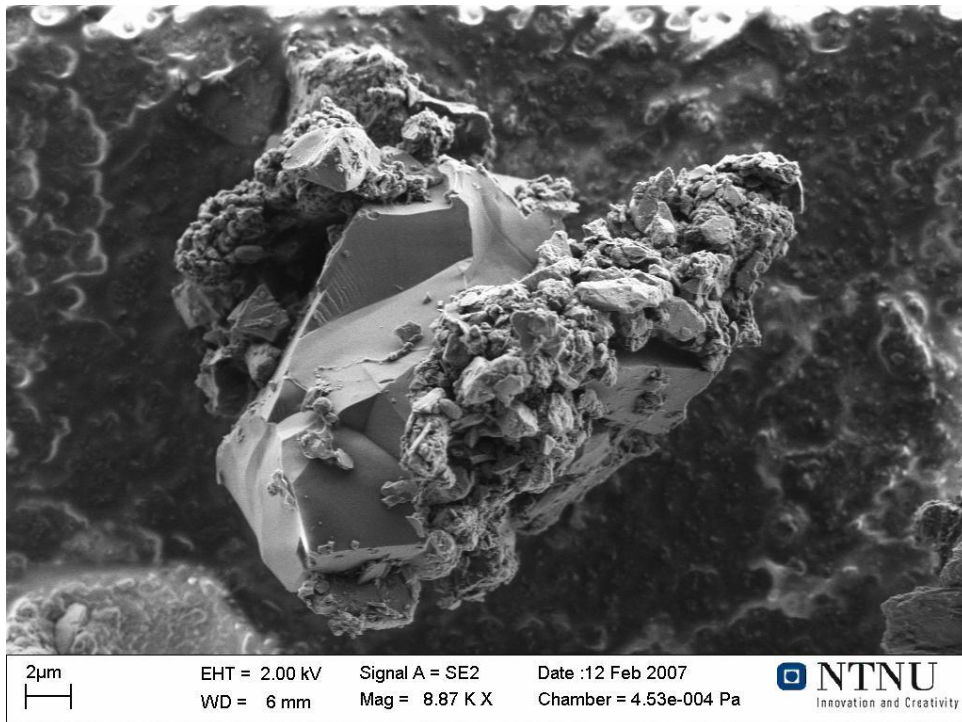
Forbrenningspartikler dominerer i fin-/ ultrafin fraksjon, mens mekanisk genererte partikler som oftest dominerer i grovfraksjonen. Disse fraksjonene består av en blanding av mange ulike forbindelser, både organiske og uorganiske, som derfor har ulik form og sammensetning.

Krav til luftkvalitet er basert på PM₁₀ på grunn av at dette er den fraksjonen som kommer ned i lungene/luftveiene (inhalerbar fraksjon). Det stilles også krav til mengde partikler i luften som er mindre enn 2,5 µm (PM_{2,5}). Figur 6 illustrerer størrelsen på de ulike fraksjonene av svevestøv, og Figur 7 viser svevestøv kraftig forstørret ved hjelp av elektronmikroskop.

⁵ www.luftkvalitet.info



Figur 6: Illustrasjon av størrelse på svevestøv-partikler i forhold til et menneskehår og sandkorn⁶



Figur 7: Vegslitasjepartikler som er forstørres kraftig opp ved bruk av skanning elektron mikroskopi. Målestokk på bildet er 2 mikrometer. Foto: Brynhild Snilsberg

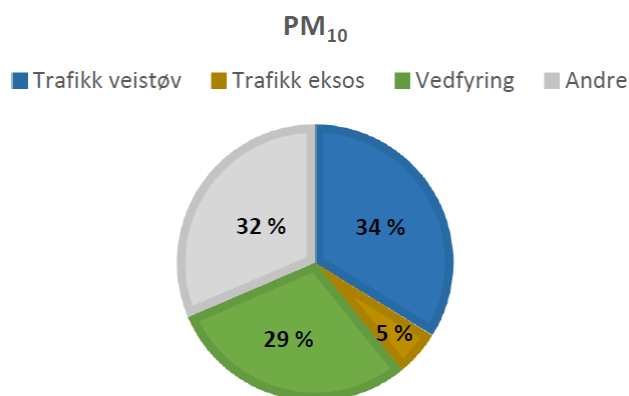
Svevestøv fra vegtrafikk

De viktigste kildene til partikler (PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$) er vegtrafikk, vedfyring og langtransportert forurensning. Vegtrafikk bidrar mest til svevestøvnivåene mange steder, både med vegstøv fra dekk og asfaltslitasje og utslipp av eksos. Svevestøv fra vegtrafikk kan deles inn i to hovedkilder:

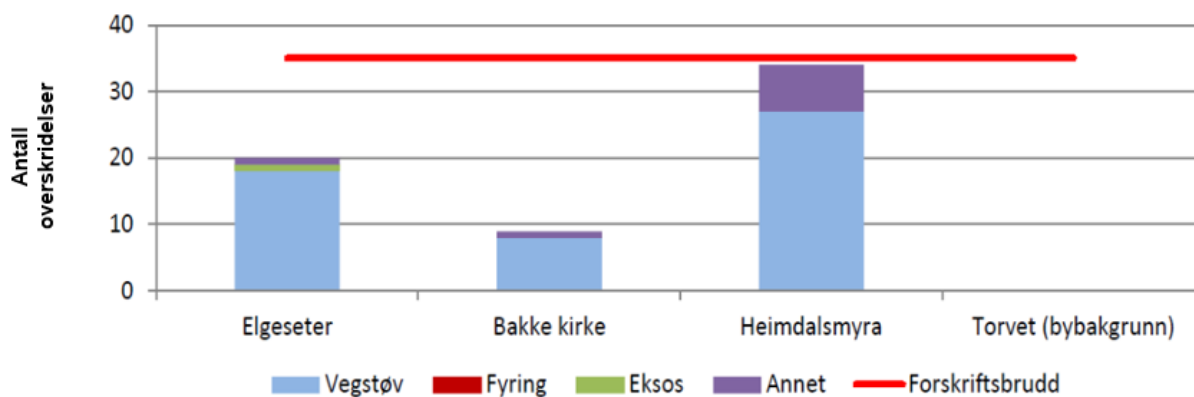
⁶ <http://www.micronairblue.com/application/files/5414/7370/8774/feinstaub-haarvergleich-en.png>

- **Slitasjepartikler:** Dette er hovedsakelig mineralpartikler fra asfaltslitasje, men også slitasjepartikler fra bildekk, vegoppmerking, bremses osv. Partiklene er et nordisk problem på grunn av bruk av piggdekk, strøsand og kjettinger.
- **Forbrenningspartikler:** dette er hovedsakelig organiske partikler fra eksos fra kjøretøy.

PM10 består av begge disse kildene. Sammensetningen varierer mye fra by til by og mellom ulike tider på samme sted. Dette er avhengig av piggdekkandel, kjøretøy som går på fossilt brennstoff, industri, vedfyring, havner, og lokalt klima. På dager med høyt nivå av svevestøv utgjør eksempelvis PM2,5 hele 50 % av PM10 i Bergen, mens det bare utgjør om lag 12 % i Lillehammer.⁷ Dette viser at det er svært ulik kildesammensetning i disse byene. Figur 8 viser eksempel på kildefordeling av utslipp fra Oslo.⁸ Figur 9 viser hovedårsak til overskridelser av døgn grenseverdien (grenseverdi gjeldende før 2016) PM10 i Trondheim.⁹



Figur 8: Kildefordeling av utslipp av PM10 i Oslo



Figur 9: Hovedårsak til overskridelser av 50 µg/m³ i døgnmiddel i Trondheim.

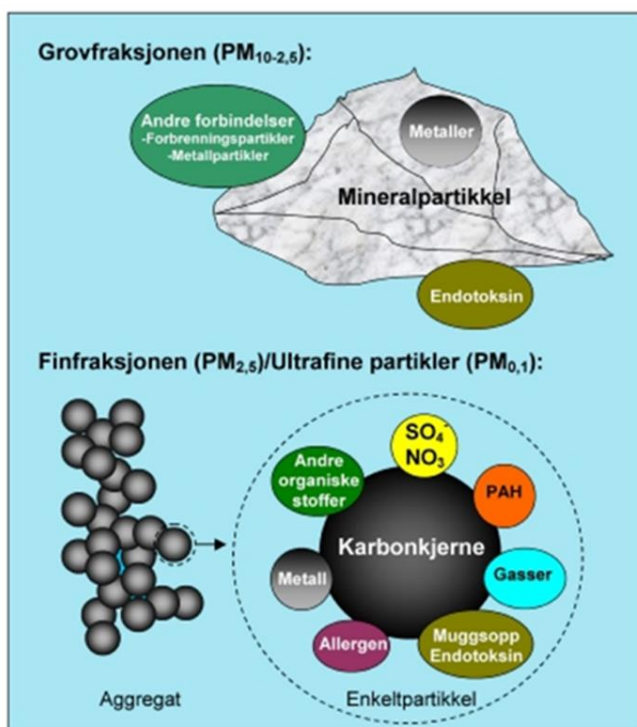
I bymiljø er det mange andre forurensningskomponenter (metaller, bakterierester, sopp sporer, PAH, allergener osv.) som kan feste seg på overflaten til partiklene og dermed gi større negativ helseeffekt, se Figur 10.

⁷ <http://www.nilu.no/Default.aspx?tabid=62&ctl=PublicationDetails&mid=764&publicationid=27064>

⁸

http://www.luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/Tiltaksutredning_for_luftkvalitet_i_Oslo_og_B%C3%A6rum_-_korrigert_22062015.sflb.ashx

⁹ Luftkvalitet i Trondheim 2013, Trondheim kommune, Miljøenheten, Rapport TM 2014/2



Figur 10: Sammensetning av svevestøv fra trafikk (www.fhi.no)

I de fleste byer i Norge bidrar vegtrafikken betydelig til de helsefarlige konsentrasjonene av forurensing i lufta. I perioder av vinteren er bidraget mer enn 90 % i byområdene. Det kommer av at vegtrafikken har egne kjennetegn i forhold til andre utslippskilder:

- Utslippene skjer nær bakken der vi bor, ferdes og oppholder oss
- Svevestøvet som slippes ut, blir også virvlet opp av kjøretøyene om og om igjen

Vedfyring kan også være en stor kilde til svevestøv, selv om utslippet foregår over tak og dermed får større fortynning før det når bakkenivå.

Forskning viser at mengde vegstøv avtar eksponentielt med horisontal avstand fra vegen, og det aller meste vil avsettes i en avstand på 20 meter fra vegen¹⁰. Men noen komponenter kan bli funnet mange hundre meter fra vegen.

Krav til partikler i uteluft

Når det gjelder krav til uteluft må Norge forholde seg til EU sine krav. I tillegg har Norge valgt å ha strengere krav for PM10 og PM2,5. Gjennomsnittskonsentrasjonen av PM10 per døgn skal ikke overskride 50 µg/m³ luft mer enn 30 døgn/år. Den årlige gjennomsnittskonsentrasjonen av PM10 og PM2,5 skal ikke overstige henholdsvis 25 og 15 µg/m³ luft.

Det er målestasjoner rundt i Norge som dokumenterer luftkvaliteten, og dette ligger ute online på www.luftkvalitet.info

Helseeffekter av svevestøv¹¹

¹⁰ Snilsberg, B., Pavement wear and airborne dust pollution in Norway - Characterization of the physical and chemical properties of dust particles, Doctoral thesis at NTNU, 2088:133

¹¹ <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M829/M829.pdf>

Svevestøv kan gi plager og sykdom hos ellers friske personer, slik som:

- irritasjon av øyne, nese og hals
- kronisk hoste
- bronkitt
- bihulebetennelse

Svevestøv kan også gi mer alvorlige helseeffekter. Svevestøv kan blant annet:

- bære allergener og påvirke utvikling av allergier
- forsterke astma og allergi
- bidra til å utvikle KOLS
- bidra til å utvikle lungekreft
- bidra til å utvikle, samt forsterke hjerte- og karsykdommer
- tas opp i blodet og øke risikoen for hjerteinfarkt gjennom å øke koaguleringen i blodet, forstørre hjertet og forstyrre hjerterytmen

Personer med luftveissykdommer, som astma, kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS), og hjerte- og karsykdommer er mest følsomme for svevestøv. Barn og gravide regnes også som følsomme grupper.

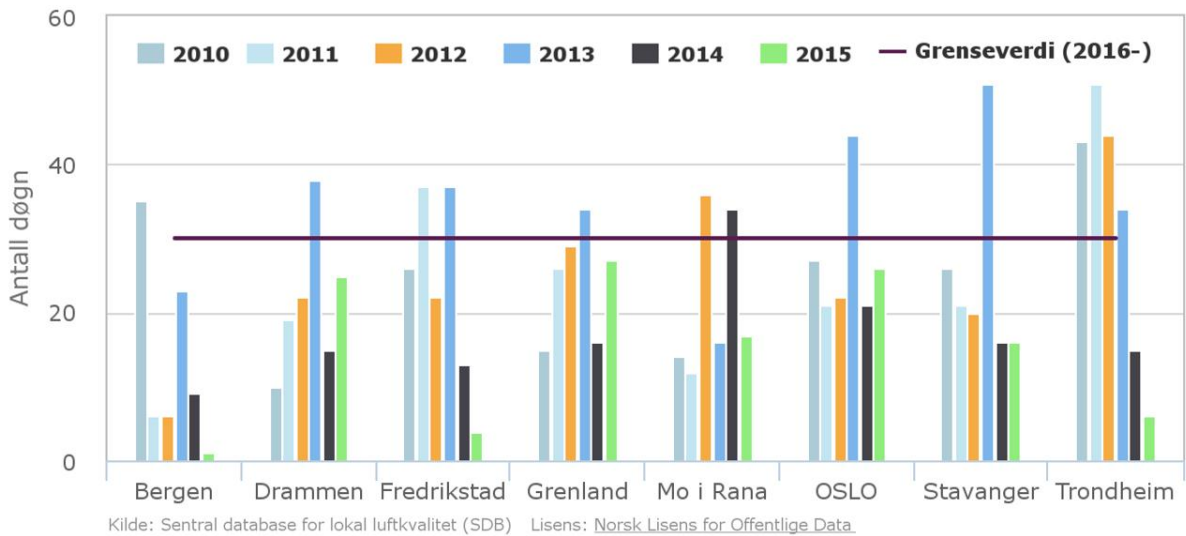
Status på luftkvalitet i Norge

Konsentrasjoner av svevestøv blir i stor grad påvirket av meteorologi og kan derfor variere mye fra år til år. De fleste byene i Norge har klart å overholde de lovpålagte grenseverdiene de siste årene, se Figur 11. Dette er resultat av at stat og kommuner har gjennomført flere tiltak som piggdekkgebyr, renhold av veier, støvbinding og miljøfartsgrenser. Eksempelvis ble grenseverdien brutt i Oslo hvert år fram til 2006 og den ble brutt i Trondheim hvert år fram til 2013. De siste ti årene har Forurensningsforskriften for svevestøv (PM10) bare blitt brutt ett år i Oslo, mens den tidligere ble brutt ni av ti år. Men selv i dag er konsentrasjoner av svevestøv ofte nær grenseverdien, og selv om de lovpålagte grensene overholdes så er nivåene stort sett høyere enn hva Folkehelseinstituttet anbefaler.¹²

¹² <https://www.fhi.no/ml/miljo/luftforurensninger/luftkvalitetskriterier/>

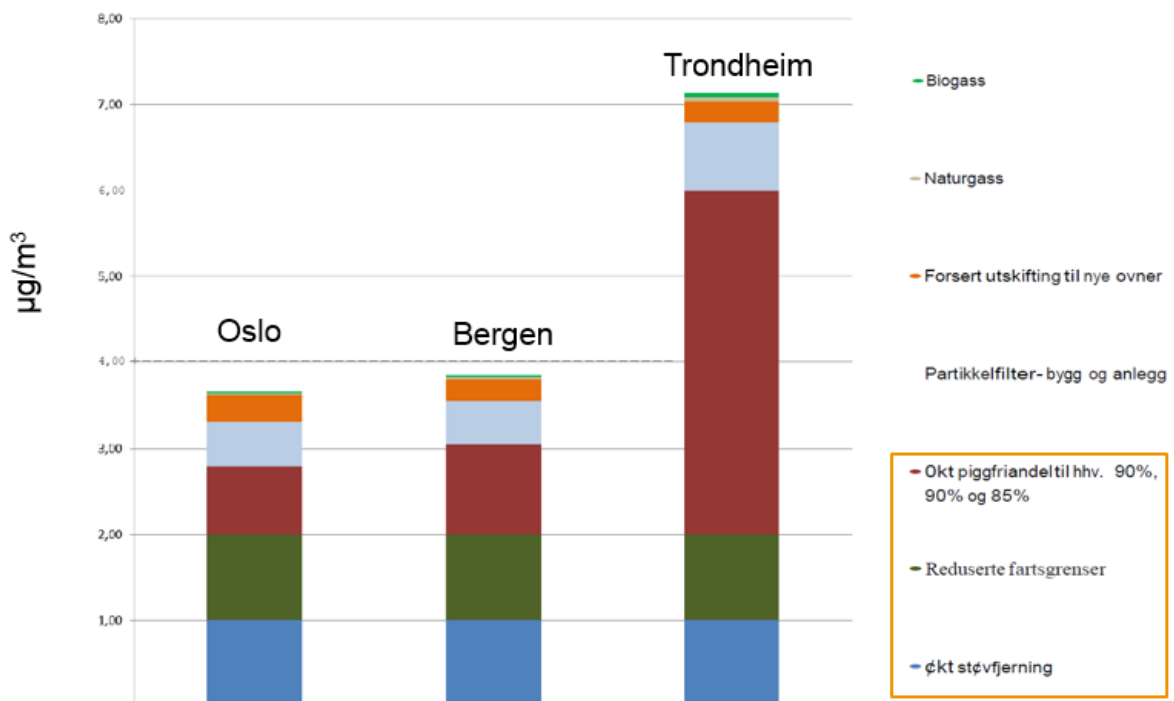
Overskridelser av svevestøvnivåer i byer

Overskridelsesnivå: 50 µg/m³ PM daglig middelkonsentrasjon



Figur 11: Nivå av svevestøv (PM10) i utvalgte norske byer fra 2010 til 2015. Den nye grenseverdien som er juridisk gjeldende fra om med 2016 er tegnet inn

Reduksjonspotensialet for PM10 i Oslo, Bergen og Trondheim er ifølge Miljødirektoratet¹³ størst i forhold til økt piggfriandel, redusert kjørehastighet og økt støvfjerning/bedre renhold som vist i Figur 12.



Figur 12: Reduksjonspotensiale for PM10 (Miljødirektoratet Rapport M-129-2014)

¹³ <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M129/M129.pdf>

Tiltak mot svevestøv fra eksos

Eksosutslipp og organiske partikler fra uforbrent drivstoff reduseres år for år på grunn av mer effektive motorer og bedre renseteknologi. Det blir flere gass- og el-drevne kjøretøy i Norge. Partikkelfiltre blir stadig bedre, og kjøretøyparken fornyes. Dagens kjøretøy har redusert partikkelutslippet med om lag 90 prosent i forhold til eldre kjøretøy (før 2009). Dette gir målbar effekt på luftkvaliteten og tiltaksutredningen fra Oslo og Bærum¹⁴ har beregnet at utslipp av eksospartikler vil reduseres med om lag 2/3 fra 2013 til 2020 til tross for at det er forventet at trafikkvolumet øker noe i denne perioden. Derfor er det ekstra viktig å rettet fokus mot slitastøv.

Tiltak mot svevestøv fra vegslitasje

For å redusere svevestøv fra vegslitasje og oppvirvling av støv er det flere tiltak som bør gjøres i sammenheng:

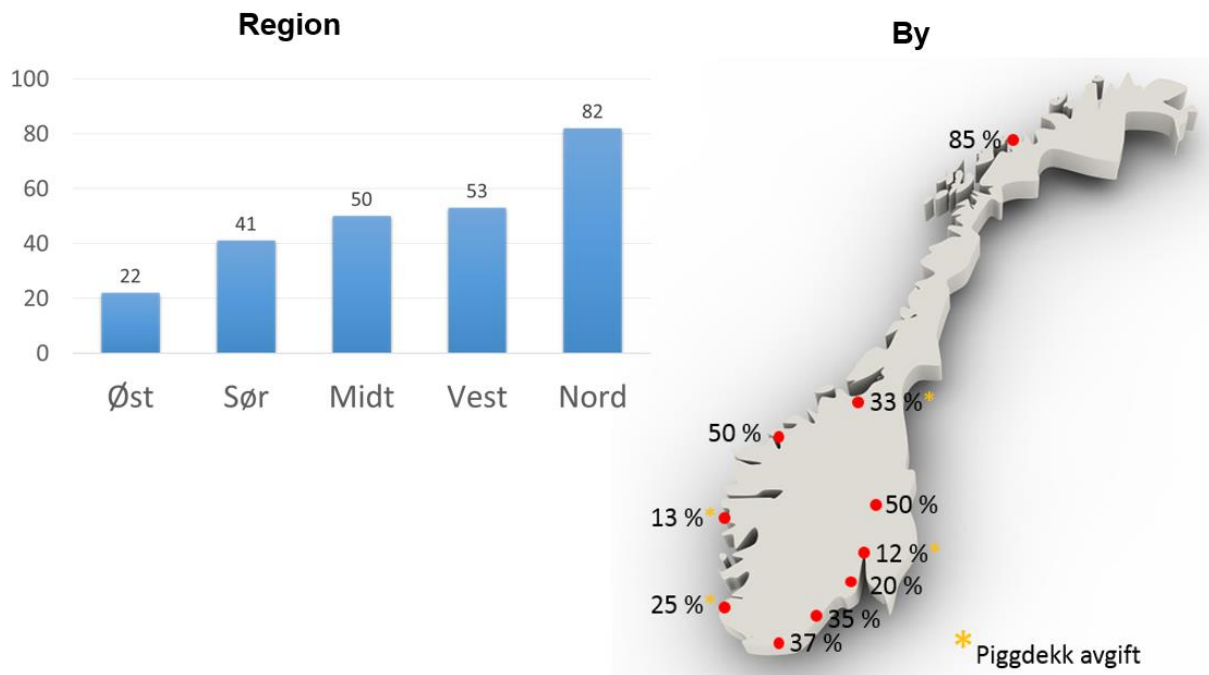
- Øke andelen av piggfrie vinterdekk
- Bruke en asfalttype som har god motstand mot piggdekkslitasje
- Redusere kjørehastigheten for å minske slitasjen og oppvirvlingen av støv
- Minimere bruk av strøsand der det er problemer med svevestøv, samt fjerne finstoffet i strøsandene (materiale mindre enn 250 mikrometer) og bruke et strømateriale med bedre kvalitet
- Rengjøring av veg og sideområder for å hindre oppvirvling og akselerert slitasje
- Støvbinding for å hindre oppvirvling av støv

Piggfrie vinterdekk: Piggdekk sliter mye på bar asfalt, og andel piggfrie vinterdekk bør derfor økes i mange norske byer. Andel piggdekk i regioner og byer i Norge er vist i Figur 13. Piggdekkene er hovedårsak til asfaltslitasje som kan gi høye støvverdier spesielt på kalde og tørre dager. Innføring av piggdekkavgift er et effektivt virkemiddel for øke piggfriandelen. Det er gode piggfrie vinterdekk på markedet som er egnet for nordiske forhold, og de piggfrie vinterdekkene opprettholder også friksjonsegenskapene bedre over tid sammenlignet med piggdekk¹⁵.

¹⁴

http://www.luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/Tiltaksutredning_for_luftkvalitet_i_Oslo_og_B%C3%A6rum_-_korrigert_22062015.sflb.ashx

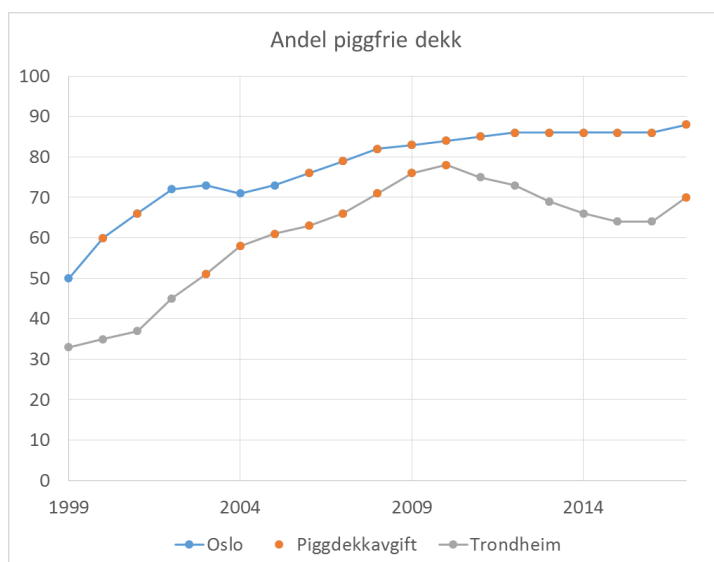
¹⁵ <https://www.naf.no/om-naf/nytt-fra-naf/piggfritt-best-i-lengden/>



Figur 13: Piggdekkandel (%) i regioner og byer i Norge (2017-tall)

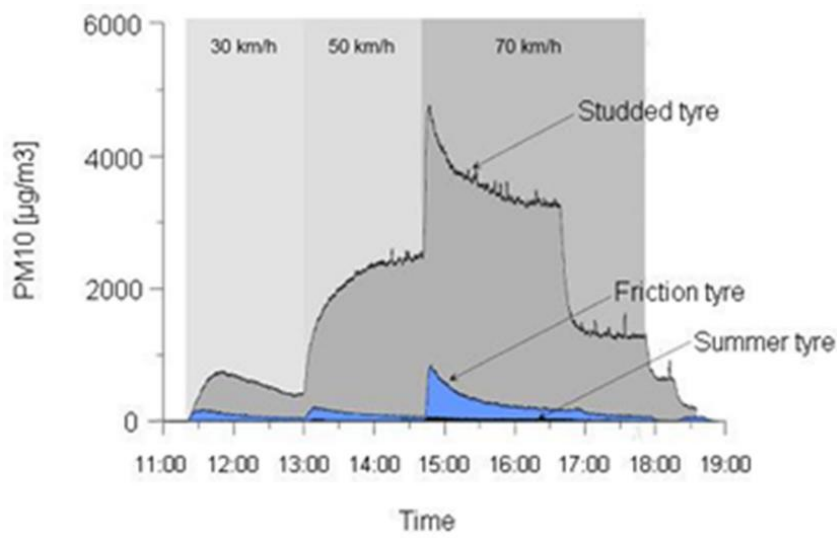
Piggfrie dekk sliter lite på asfalten som vist i Figur 15 og 16, og asfaltslitassen og PM10 konsentrasjonen øker når piggdekkandelen og kjørehastigheten øker. Kjørehastigheten har også stor betydning for slitasje og oppvirvling av støv.

Innføring av piggdekkavgift har vært et effektivt virkemiddel for å øke andel piggfrie vinterdekk i Oslo og Trondheim, som vist i Figur 14.

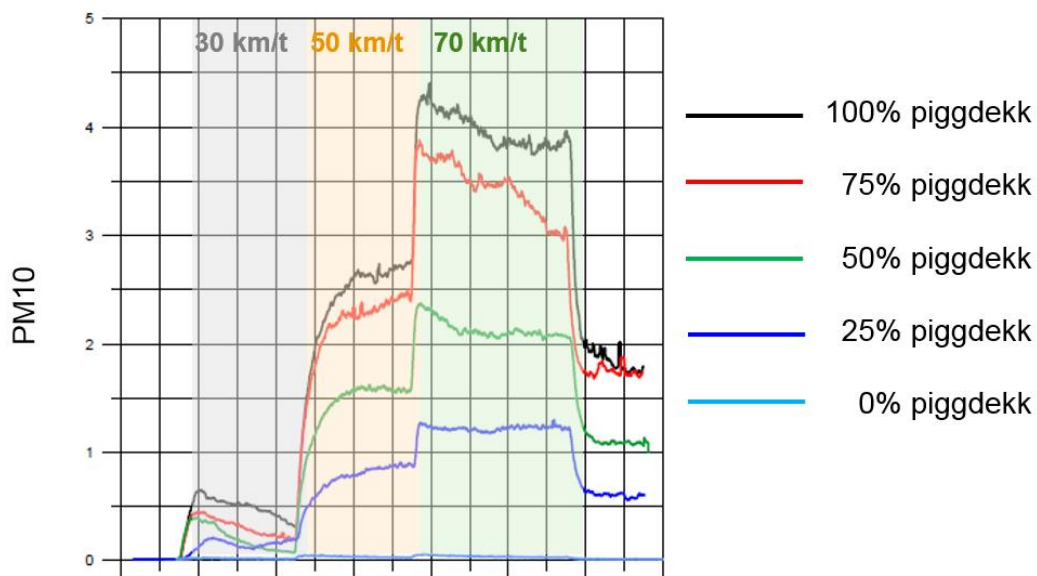


Figur 14: Andel piggfrie vinterdekk i Oslo og Trondheim fra 1999-2017¹⁶

¹⁶ <http://www.luftkvalitet.info/Theme.aspx?ThemeID=13dc725e-fd54-4e78-ad48-64735a844e32>



Figur 15: Produksjon av PM10 fra piggdekk, piggfrie vinterdekk og sommerdekk¹⁷



Figur 16: Produksjon av PM10 ved ulike piggdekkandeler og kjørehastigheter. (VTI rapport 711)¹⁸

Piggfrie dekk gir også mindre dekkestøy enn piggdekk, undersøkelser viser at piggdekk er 6-10 dB mer støyende enn piggfrie vinterdekk¹⁹. En økning på 3 dB oppleves som en dobling av støynivået. Forskjellene er størst ved lave hastigheter, 20-40 km/t, der motorstøyen generelt dominerer støybildet fra trafikk. Resultater fra målinger på personbiler med og uten piggdekk viser følgende forskjeller i middelverdi mellom piggfrie vinterdekk og piggdekk ved ulike hastigheter²⁰:

- 20-40 km/t: 7,2 dB*
- 40-60 km/t: 6,0 dB

¹⁷ Gustafsson, Mats; Blomquist, Göran; Jonsson, Per, 2008. Road Dust and Air Quality in Sweden

¹⁸ Gustafsson, M.; Blomquist, G.; Gudmundsson, A.; Jonsson, P.; Swietlicki, E. 2011. Vägbeläggnings damningsbenägenhet, VTI Rapport 711

¹⁹ Sandberg, U., Mioduszewski, P., Ejsmont, J., Vieira, T.: Noise and Rolling Resistance Properties of Various Types of Winter Tyres Compared to Normal Car Tyres, Inter-Noise 2016

²⁰ Sintef notat 30.11.2016, Resultater fra målinger på personbiler med og uten piggdekk, Truls Berge/Frode Haukland

- 60-80 km/t: 3,3 dB
- > 80 km/t: 2,2 dB

*Det er stor spredning i nivåforskjellene. Det er målt opp til 16 dB høyere støynivå for piggdekk sammenlignet med piggfrie vinterdekk.

Det er også viktig at vi har gode regler for piggdekk, håndheving av regelverket og innovasjon i bildekkbransjen. For piggdekk er det krav til hvor stor kraft piggen kan ha mot underlaget, antall pigger, utforming og vekt av piggen og hva som er lovlig periode å bruke piggdekk i.

Hovedtrekkene i utviklingen i bruk av piggdekk:

- 1960-69: "Pionertiden"
 - Oppdaget problemene med piggdekksslitasjen
- 1970-79: Intenst arbeid med å klarlegge hvilke faktorer som påvirker slitasjen
 - 1970: Sesongbegrensning for bruk av piggdekk fra 15. oktober til 1. mai
 - 1972: Forbud mot rørpigg. Regulering av antall, vekt, overheng og kraft på pigger
 - 1979: Reduksjon av vekten på personbilpigger
- 1980-89: Utviklingen av asfaltdekker fortsatte
 - Forsøk med høyfaste betongdekker
 - Utvikling av miljøpigg
 - 1988: Sesongbegrensning i bruk av piggdekk fra 1. nov til 1. søndag etter påske for Sør-Norge; 16. oktober til og med 30. april for Nord-Norge
- 1990-99: Fokus på støv og utvikling av piggfrie dekk
 - 1992: Vektreduksjon på pigger igjen
 - Fra 1.8 til 1.1 g for personbil
 - Fra 8.0 til 3.0 g for lastebil
 - 1999: Gebyr på piggdekk i Oslo, senere kom Trondheim og Bergen etter
- 2000-09: Piggdekkrestriksjoner og mer fokus på miljø og friksjon
 - Miljøfartsgrense i Oslo
- 2010- : Piggdekkrestriksjoner og fokus på merking av dekk i forhold til støy, veggrep og rullemotstand. Endring i kjøretøyparken mot utslippsfrie kjøretøy (f.eks. gassdrevne busser, el- og hybridbiler)

I begynnelsen av 1960-tallet var det ingen regulering eller begrensning i bruken av piggdekk, og vegdekkene var ikke designet for slitasje fra piggdekk. Bruken av piggdekk i Norge startet i 1960 etter at salget av biler ble friggitt, og en økning av slitasjen på vegdekkene ble da observert.

På 1970-tallet økte trafikkmengden raskt, noe som førte til stor slitasje av vegdekkene. Forskning ble startet for å finne faktorene som bidrar til denne slitasjen. Resultatene viste at bruk av større maksimal steinstørrelse (D_{max}) i asfalten reduserte slitasjen. Etter hvert er det innført stadig strengere begrensninger i bruken av pigger og piggdekk. Disse restriksjonene har fulgt utviklingen når det gjelder pigger og materialteknologien for fremstilling av pigger og bildekk. I 1970 ble det innført en begrensning i lengden av piggdekk sesongen (fra 15. oktober til 1. mai), i 1972 ble det forbudt å bruke rørpigg og begrensninger i antall, vekt, overheng og kraft fra piggene ble innført. I 1979 ble også en vektreduksjon på piggene for personbiler innført.

På 1980-tallet ble lettere pigger og skjellettasfalt (SMA) innført, men det var fortsatt et økende problem med slitasje og støv på grunn av økning i trafikkmengden. Det ble også gjort forsøk med høyfaste betongdekker, men disse viste seg å gi mere finkornet støv enn asfaltdekkene. Miljøpiggen

ble utviklet. I 1988 ble en ny restriksjon satt på lengden av piggdekkseasonen (fra 1. november til 1. søndag etter påske).

Fokus endres i 1990 til miljøspørsmål, og piggfrie vinterdekk ble utviklet. En politisk beslutning ble gjort for å øke andelen av piggfrie vinterdekk til 80 % i de største byene i Norge, og forskning på problemet med støvforurensning begynte. Salting av vegene ble innført for å opprettholde tilfredsstillende friksjon (for å holde dem isfrie). I 1992 ble en ytterligere vektreduksjon på pigger for personbiler håndhevet, fra 1,8 g til 1,1 g for personbiler og fra 8,0 g til 3,0 g for lastebiler. Personbiler med letter pigger ble vist å forårsake bare halvparten så mye slitasje som de gamle stålpiggene.

I 2000 ble restriksjoner i bruk av piggdekk strammet inn og fokus på miljø og friksjon ble forsterket. Avgifter for kjøring med piggdekk ble innført i de største byene med luftkvalitetsproblemer (Oslo, Trondheim og Bergen). Oslo og Bergen har en målsetting om 90 % piggfriandel, mens Trondheim har et mål på 80 %. Piggdekkavgiften førte raskt til en nedgang i piggdekkbruken og en bedring av luftkvaliteten. Men kravene til luftkvalitet er fortsatt vanskelige å overholde, og i 2004 ble det innført miljøfartsgrense i Oslo (men den var ikke juridisk bindende). Konsentrasjonen av svevestøvet i lufta reduseres med 30–35 prosent når den faktiske kjørehastigheten reduseres med 10 kilometer i timen, slik den i snitt er der det er innført miljøfartsgrenser²¹. Intensivt renhold etterfulgt av salting med magnesiumklorid brukes for å fjerne støv og binde gjenværende støv på vegbanen. Fokus på god friksjon og støvsvake vegdekker i urbane strøk har ført til overgang til vegdekker med lavere maksimal steinstørrelse (D_{max}), noe som gir mindre slitesterke vegdekker og større problemer med luftkvaliteten.

Slitesterk asfalt: Det er mye som kan gjøres med asfalten for å øke motstanden mot piggdekkslitasje. Valg av type asfalt, steinmateriale, steinstørrelse og bindemiddel er viktig i denne sammenhengen. Generelt kan man si at for å redusere piggdekkslitasjen bør man velge den mest slitesterke asfalttypen, bruke et steinmateriale som har god motstand mot nedmaling, stor øvre steinstørrelse og høy andel av stor stein. Men dette må balanseres i forhold til støypromatikk. Polymermodifisert bindemiddel, PMB, kan også redusere slitasjen noe, men er ikke å anbefale for å motvirke piggdekkslitasje i områder med høy piggdekkandel.

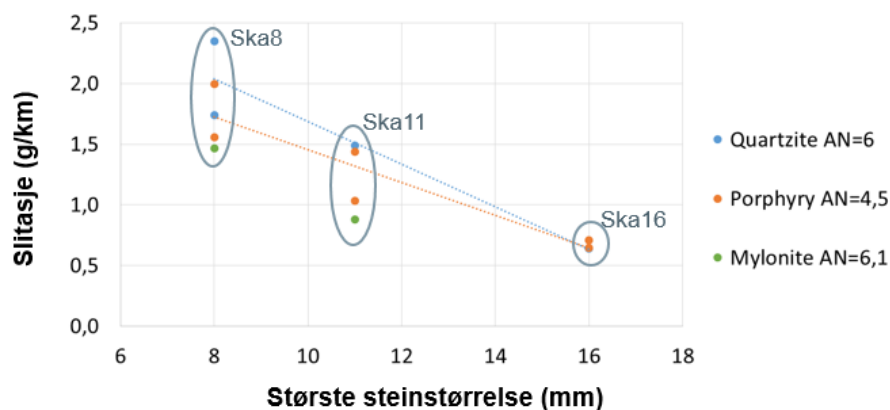
Asfalten består av omtrent 95 % stein og 5 % bituminøst bindemiddel. Jo høyere trafikkmengde jo strengere krav settes til asfalten. Tidligere brukte man spesifikk piggdekkslitasje, SPS-verdier, for å beregne slitasjen i gram bortslitt asfalt en personbil med piggdekk forårsaket per kjørte kilometer.

Tabell 5 Typiske slitasjeverdier for en personbil med piggdekk for ulike asfalttyper

Asfalttype	Piggdekkslitasje (g/km)
Skjelettasfalt (Ska)	5 – 10
Topeka (Top)	< 15
Asfaltbetong (Ab)	15 – 20
Drensasfalt (Da)	18 – 25
Asfaltgrusbetong (Agb)	15 – 30

Tunge kjøretøy antas å tilsvare 5 personbiler, og tunge kjøretøy med kjettinger 20 personbiler.

²¹ Hagen L.O. et al. 2005. Miljøfartsgrense i Oslo. Effekt på luftkvaliteten av redusert hastighet på rv 4. Kjeller, Norsk institutt for luftforskning. NILU OR 41/2005.



Figur 17 Asfaltslitasje avhengig av steinstørrelse (VTI rapport 711)

Piggdekkslitasjen er redusert med nærmere 80 % fra 1970-2000, se Tabell 5.

Tabell 6: Utvikling i slitestyrke av asfalt fra 1970-2000

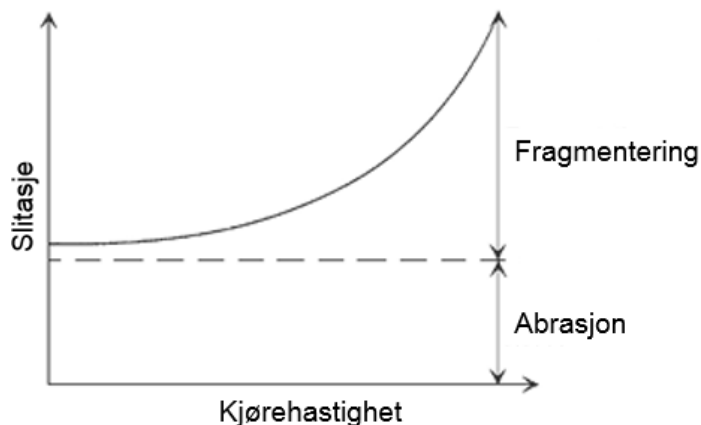
Årstall	SPS (g/km)	SPSV (cm ³ /km)
1970	25 – 30	10 – 12
1980	ca. 20	ca. 8
1990	12 – 15	5 – 6
2000	5 – 10	2 – 4

Piggdekkslitasje ble i Norge beregnet på to måter, SPS og SPSV:

- **SPS** (spesifikk piggdekk slitasje) = mengden av bortslitt masse for en personbil med piggdekk (g/km). Tunge kjøretøy antas å tilsvare 5 personbiler. SPS er estimert på grunnlag av målt bortslitt område (hjulspor) og justert for trafikk nivå, mengde kjøretøy som bruker piggdekk og kjettinger, og lengden på piggdekk sesongen.
- **SPSV** (spesifikk piggdekkslitasje i volum) = volumet av bortslitt masse for en personbil med piggdekk (cm³/km), og er beregnet ut fra SPS verdien ved å dele SPS med vegdekkets tetthet.

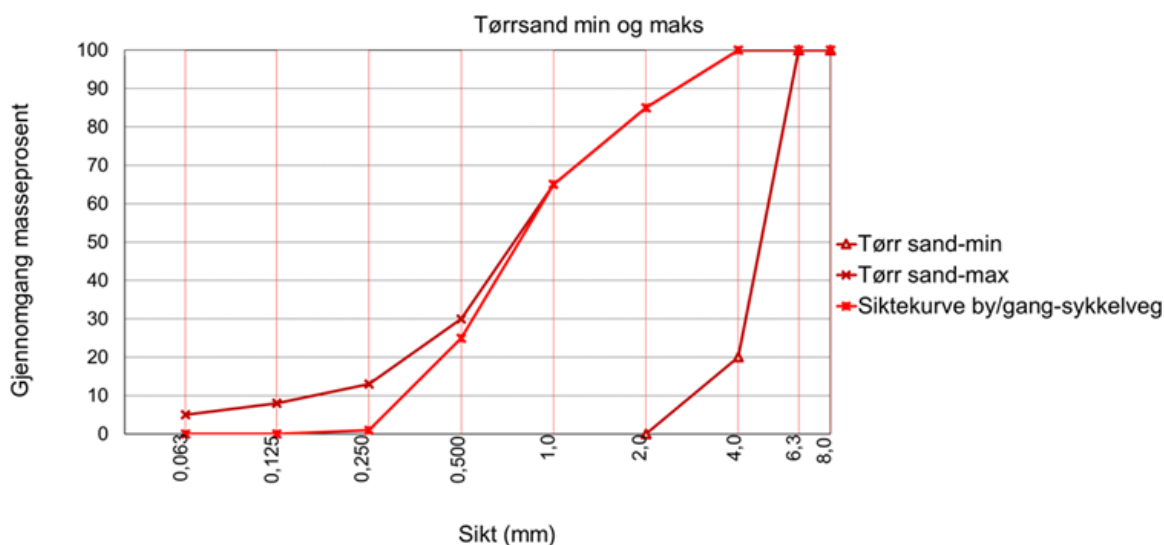
På grunn av utvikling og bruk av piggdekk med lettere og mindre utstikkende pigger har piggdekkslitasjen gått ned. Dette gjelder slitasje på høytrafikkerte asfaltdekker i østlandsområdet. Slitasjen varierer med mange faktorer (dekketype, klima, hastighet, ÅDT osv.).

Lavere kjørehastighet: Piggdekk sliter mer på asfalten når kjørehastigheten øker. Vi kan dele slitasjen inn i to komponenter: abrasjon/sliping og nedknusning. Ved lave kjørehastigheter dominerer slipeeffekten, men når kjørehastigheten øker vil piggkraften og nedknusningen bli større (se Figur 18). Hvis man senker kjørehastigheten i bymiljø vil man redusere slitasjen samtidig som oppvirvlingen av støv fra kjøretøyene også reduseres, se Figur 16.



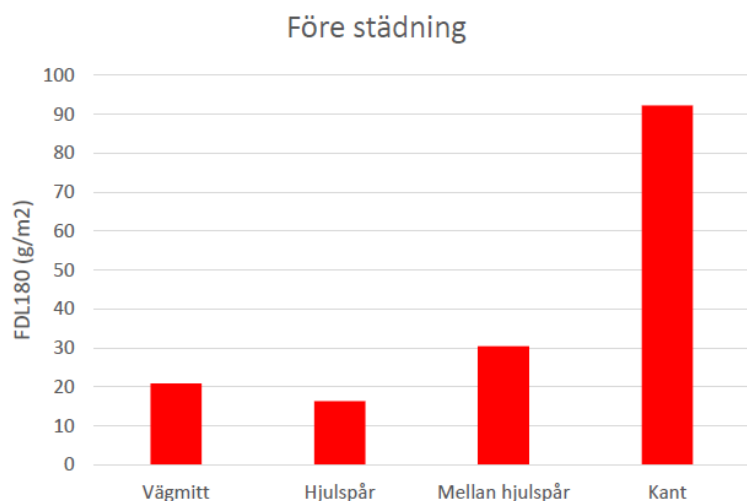
Figur 18: Slitasje som funksjon av kjørehastighet

Redusert bruk av strøsand: Strøsand kan være en stor kilde til svevestøv og bruken bør reduseres i byområder med dårlig luftkvalitet/høye konsentrasjoner av PM10, både på veg og fortau. Strøsand knuses ned av trafikken til mindre partikler samtidig som den virker som et slipemiddel på asfalten. Bruk av strøsand kan dermed akselererer slitasjen uansett om man kjører med piggfrie dekk eller piggdekk. Tiltak for å redusere støvproblemet kan være å fjerne finstoffet i sanda slik at man hindrer oppvirvling av støv. I tillegg bør det brukes et sterkt strømateriale for å motstå rask nedknusning. Nye krav til strøsand er innført i Statens vegvesen avhengig av bruksområde som vist i Figur 19, der man stiller strengere krav til finstoffinnholdet for strøsand som skal brukes i by og på gang-sykkelveg (fjerne mye det meste av materialet mindre enn 250 µm).



Figur 19: Nye krav til strøsand avhengig av bruksområde

Rengjøring av veg og sideområder: Renhold er en nøkkel til å oppnå god luftkvalitet, men det må utføres i sammenheng med de andre tiltakene, og det må gjøres på rett måte. Man må sette inn tiltak der støvdepotet ligger (se Figur 20), tenke preventivt og vegg til vegg-renhold av hovedveger inklusiv sidegater. Det er viktig å ta tak i problemet før man får høye støvverdier og utføre rengjøringstiltak rettidig (til rett tid og rett sted). Om vinteren når det er kuldegrader kan man ikke bruke vann på grunn av fare for tilfrysing, men det finnes effektive feiebiler som bruker tørt oppsug. Mildværsperioder bør utnyttes for å spyle, børste løs og fjerne støv langs vegen.



Figur 20: Fordeling av vegstøv i vegbanene (VTI rapport 953)

Støvbinding: Støvbinding er et tiltak for å hindre at støv virvles opp i luften. Det er vanlig å legge på et stoff som holder vegbanen fuktig og dermed binder støvet til vegoverflaten, og hindrer at kjøretøy og vind virvler støvet opp i luften. Dermed slipper vi å puste inn svevestøvet når vi ferdes langs vegen. I Norge er det vanlig å bruke magnesiumklorid siden det har evne til å trekke til seg fuktighet fra omgivelsene, og holde seg fuktig over et lengre tidsrom. Dette er ikke et fullgodt tiltak for å hindre svevestøv, så det må ses i sammenheng med de andre tiltakene beskrevet. Blandingen av støv og magnesiumklorid er krevende å vaske vekk, kan gi lav friksjon etter utlegging spesielt hvis det er mye støv på vegen, det er korrosivt for metall og betong, og har negative konsekvenser på vann og vegetasjon. I tillegg vil en våt vegbane slites 3-5 ganger mer enn en tørr vegbane, og støvbinding kan derfor akselerere støvdannelsen.

Rengjøring og støvdemping er ressurskrevende, men et nødvendig tiltak i flere byer for å holde god luftkvalitet.

Konklusjon: Forebygging og reparerende tiltak

Svevestøv er en kompleks forurensningskomponent. Erfaring viser at man oppnår best resultat når det kombineres forebyggende tiltak som er rettet mot støvproduksjon med reparerende tiltak som begrenser skaden i ettertid. Nøkkelen til suksess ligger i samspillet mellom tiltakene som brukes. Slitesterk asfalt, redusere bruken av strøsand, redusert kjørehastighet (miljøfartsgrense) og redusert bruk av piggdekk begrenser produksjonen av svevestøv; salting med $MgCl_2$ binder støvet på bakken og hindrer spredning på kort sikt; og tilslutt vil renhold fjerne støvet fra vegen og hindre oppvirvling og produksjon av svevestøv. I et lenger tidsperspektiv må det jobbes mot å forbedre tiltakene i alle ledd. Det pågår blant annet utvikling av renholdsmaskiner og hvilke renholdsrutiner som gir best resultat.

Konklusjonen er at det finnes ingen «quick fix» for å løse svevestøvproblemet i mange byer, men hvis man tenker helhetlig er det mulig å oppnå gode resultater.

Vedlegg 2: Maskinpark

Trondheim bydrift

Maskinpark for gaterenhold

Feieutstyr

Feieaggr. For traktor Sobernheimer UKM 2.2	2003
Feieaggr. For traktor Sobernheimer UKM 2.2	2003
Feieaggr. For traktor Sobernheimer UKM 2.2	2013
Feieaggr. For traktor Sobernheimer UKM 2.2	2013



Sobernheimer UKM 2.2

Schmidt Wasa 300 Mekanisk feiemaskin	05/2012
Schmidt Wasa 300 Mekanisk feiemaskin	05/2013



Schmidt Wasa 300 Mekanisk feiemaskin For traktor

Sopvals Avoharja HL 240.Brukes på Wille	2015
Sopvals Avoharja HL 240.Brukes på Wille	2015
Sopvals Avoharja HL 240.Brukes på Wille	2015



Sopvals Avoharja HL 170-320

Mercedes Axor. Kjøpt brukt. Spylebil	2007	
Volvo FE Feiebil City fant 6000	2014	
Dulevo 5000 mekanisk opptak	2003	
Dulevo 5000 mekanisk opptak	2003	
Feiemaskin Mercedes 2541	2006	
Feiemaskin Mercedes 2541	2006	
Scmidt Swingo 2 kubikk feiemaskin	2011	
Macro S45 RG med mekanisk opptak	2012	
City Cat 2020 feiemaskin	2014	
Feiemaskin Swingo 200, Euro 6S	2015	
Volvo FM300 4*2 Spylebil.	2008	
Disab feiemaskin, til uttesting	2016	Leie



Mercedes Axor. Spylebil



Volvo FE Feiebil City fant 6000



Dulevo 5000 mekanisk opptak



Macro S45 RG mekanisk opptak



City Cat 2020 feiemaskin



Feiemaskin Mercedes 2541



Volvo FM300 4x2 Spylebil

Utstyr i prøveprosjekt gatevask



Disab supersuger, til uttesting



Testutstyr gatevask



Vaskeenhet gatevask

Støvdemping

Bydrift har 5 store enheter for lakelegging



Støvdemping

Vedlegg 3: Eksempler på gjennomføring

Eksempel A Flerfelts veg med fortau/g-s-veg og åpne sidearealer



Figur 21 E6_hp62_f1_m00062 ved Siemens mot nord



Figur 22 E6_hp62_f2_m00067 ved Siemens mot syd

Helvask: Omfatter arealet fra gjerde/rekkverk (øverste bilde) tom. rabatt bak el-skap (nederste bilde)
Areal med gress spyles mot kantstein
Areal med fast dekke feies mot kantstein
Strekninger med midtrabatt/trafikkøyer. Feies/spyles over hele kjørebanelen til kantstein mot fortau.
Feiing med oppsug langs kantstein
Utlegging av $MgCl_2$ på hele arealet

Snørydding og renhold:

Omfatter arealet av rv.
Ellers slik som beskrevet med brøytetog, s.16.
Snø fjernes fra rabatter ved behov. Vanligvis må dette gjøres med snøskuffe.

Vinterdrift pga glatt veg, uten behov for renhold:

Omfatter kjøreareal og fortau

Utlekking av 13 g/m² NaCl befuktet med 20% MgCl₂.

Renhold i perioder uten snø og is:

Omfatter kjøreareal og fortau

Tørrfeiling inn mot fortauskant

Feiling med oppsug langs kantstein

Utlekking av MgCl₂, mengde bestemmes av temperatur og hvilket areal som behandles

Kuldeperioder:

Omfatter kjørebane, kant og sideareal som fortau o.l

Tiltak som beskrevet under «Renhold i kuldeperioder» på side 16

Mildværsperioder:

Omfatter kjørebane, kant, rabatter, rekkverk, gjerder, fortau (sideareal)

Tiltak som beskrevet under «Renhold i mildværsperioder» på side 16

Eksempel B Flerfelts veg med fortau og avgrenset av bygninger



Figur 23 E6_hp062_f1_m02722 (Prinsens gt)

Helvask: Omfatter arealet fra vegg til vegg

Vegger fuktes før de spyles

Areal med fast dekke feies mot kantstein

Strekninger med midtrabatt/trafikkøyer. Feies/spyles over hele kjørebanen til kantstein mot fortau.

Feiling med oppsug langs kantstein

Utlekking av MgCl₂ på hele arealet

Snørydding og renhold:

Omfatter hele arealet mellom husveggene

Ellers slik som beskrevet under eksempel A

Øvrige tiltak utføres som beskrevet under Eksempel A.

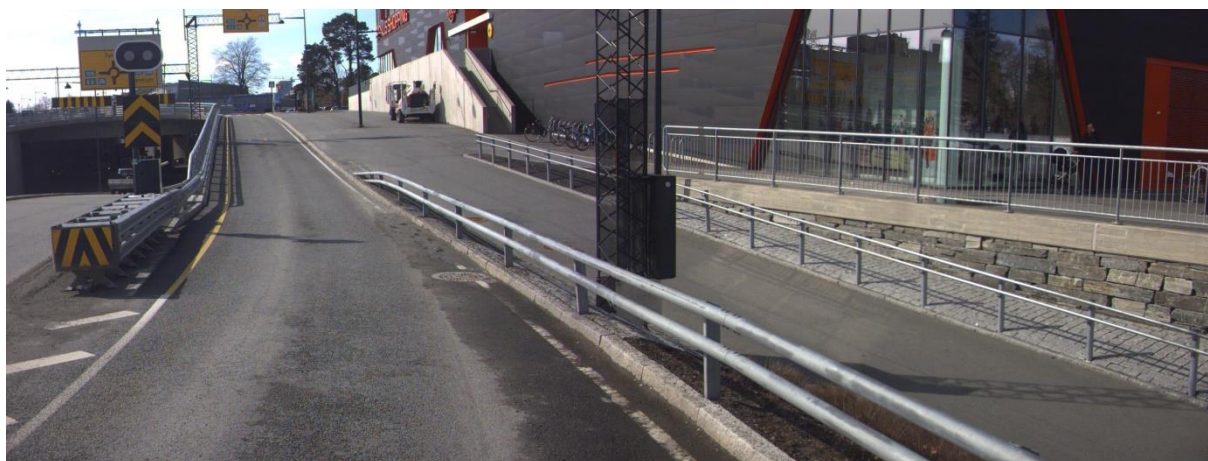
Eksempler på andre strekninger



Figur 24 E6_hp063_f1_m00604 (Olav Tryggvasons gt)



Figur 25 Fv905_hp01_f1_m00128 (Innherredsveien v/Bakke kirke)



Figur 26 Fv864_hp70_f1K_m32024 (Innherredsveien ved Sirkus kjøpesenter)



Figur 27 Fv864_hp01_f2_m04653 (Innherredsveien ved Sirkus kjøpesenter)

Alle typer arealer behandles stort sett som beskrevet under eksempel A og B, men i kryssområder, ramper o.l. må man se an hvordan de forskjellige vegkonstruksjonene er utformet og tilpasse løsninger etter dette. Ved renhold av bruer, overganger o.l må man huske på å rengjøre underliggende areal.

Vedlegg 4: Støvdemping med kjemikalier

I perioder hvor renholdstiltak ikke kan utføres på grunn av lave temperaturer, eller at renholdstiltak ikke har ønsket effekt, vil det være nødvendig å utføre støvdemping. Hensikten med støvdemping er å binde støvet til vegbanen og forhindre oppvirvling til lufta. Dette skjer ved å spre kjemikalie som bidrar til å holde vegbanen fuktig og dermed hindrer oppvirvling av støvet. Noen kjemikalier er såkalt hygroskopiske, det vil si at de har evne til å tiltrekke seg fuktighet fra lufta. Med å legge et hygroskopisk kjemikalie på vegbanen vil den holde seg fuktig over tid og støvdempingstiltaket vil ha relativt langvarige effekt. Dette er en velkjent metode i vedlikehold av grusdekker. På grusdekker vil ofte støvdemping skje ved å spre tørt kjemikalie på vegdekke. Ved støvdemping mot svevestøv på asfaltdekker vil det være naturlig å spre kjemikalie oppløst i vann, dvs. i løsnings.

Det har vært lite forskning eller dokumenterte erfaringer knyttet til støvdemping med kjemikalier på asfaltdekker. Det er derfor lite dokumentasjon på eksempelvis hvilke kjemikalie som er best egnet under ulike forhold, doseringer, varighet av tiltak mv.

Ulike kjemikalier og viktige egenskaper

Det er mange kjemikalier som er svært hygroskopiske og derfor i utgangspunktet kan brukes til støvdemping. Hovedgrupper av kjemikalier som kan være aktuelle er:

1. Mineralske salter:
 - Magnesiumklorid, $MgCl_2$
 - Kalsiumklorid, $CaCl_2$
2. Organiske salter:
 - Kalsiummagnesiumacetat, CMA (i gruppen eddiksyresalt)
 - Kaliumformiat, $KaFo$ (i gruppen maursyresalt)
 - Natriumformiat, $NaFo$ (i gruppen maursyresalt)
3. Sukkerblandinger

Det vil flere ulike egenskaper ved et kjemikalie som vil ha betydning for hvor godt egnet det er til bruk ved støvdemping:

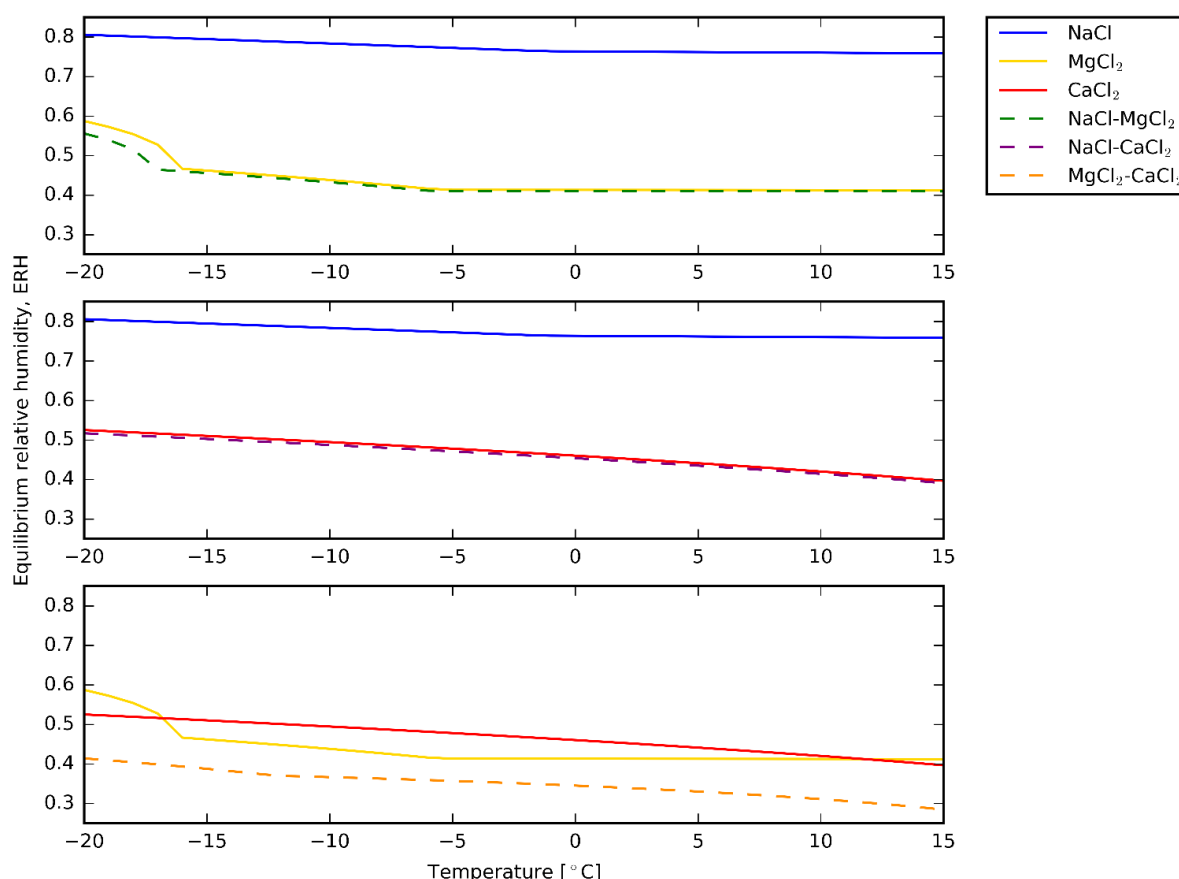
- Evne til støvdemping
 - Grad av hygroskopitet
 - Andre egenskaper som har betydning for effekt av tiltaket (f. eks. varighet)
- Nedsetting av frysepunkt
- Effekt på friksjon på bar veg
- Effekt på miljø
- Effekt på materialer
 - Korrosjon på metaller
 - Nedbrytning av betong
- Pris
- Logistikk/lagerhold/utspredning

Evne til støvdemping – hygroskopiske egenskaper

De viktigste egenskapene vil være de som har betydning for evnen til støvdemping. I hvor stor grad kjemikalier er *hygroskopisk* vil i så måte være en viktig egenskap. Hygroskopisk er et stoffs evne til å ta opp fuktighet fra lufta. Noen stoffer så hygroskopiske at de kan absorbere fukt fra lufta i så stor

grad at de løser seg opp og blir flytende²². Dette gjelder eksempelvis stoffene magnesiumklorid og kalsiumklorid.

Et mål på hygroskopitet vil være ved hvilken relativ luftfuktighet kjemikalie begynner å absorbere fukt, dvs. hvor fuktig lufta må være før stoffet tiltrekker seg fuktighet. Dette vil være avhengig av temperaturen i lufta. Figuren nedenfor viser ved hvilken luftfuktighet ulike stoffer begynner å absorbere fuktighet for lufta. Dette vises for natriumklorid (NaCl), magnesiumklorid (MgCl₂), kalsiumklorid (CaCl₂) og blandinger av disse. Verdiene er beregnet ut fra en teoretisk modell.



Figur 28: Hygroskopiske egenskaper for ulike kjemikalier (Johan Wåhlin, upublisert, 2016).

Figuren viser relativ luftfuktighet på den vertikale aksene og lufttemperatur på den horisontale aksene. Generelt ser man at evnen til å tiltrekke seg fuktighet faller med synkende temperatur. Jo lavere temperatur, jo høyere må luftfuktigheten være for at kjemikalet skal trekke til seg fukt. Eksempelvis viser den øverste figuren at NaCl (blå kurve) ved 15 °C tiltrekker seg fuktighet når luftfuktigheten er over 75 % mens det ved -20 °C må være over 80 % luftfuktighet. Mens MgCl₂ absorberer fukt ved 15 °C når luftfuktigheten er over 40 % og over 45 % når temperaturen er -15 °C. Videre viser figuren at av rene stoffer så er det MgCl₂ som har størst evne til å tiltrekke seg fukt i temperaturintervallet fra 10 til ca. -17 °C (Se nederste figur). Ut fra disse beregningene er det naturlig å anta at MgCl₂ vil være et effektivt kjemikalie med tanke på hygroskopiske egenskaper i temperaturintervaller der støvdemping normalt skjer.

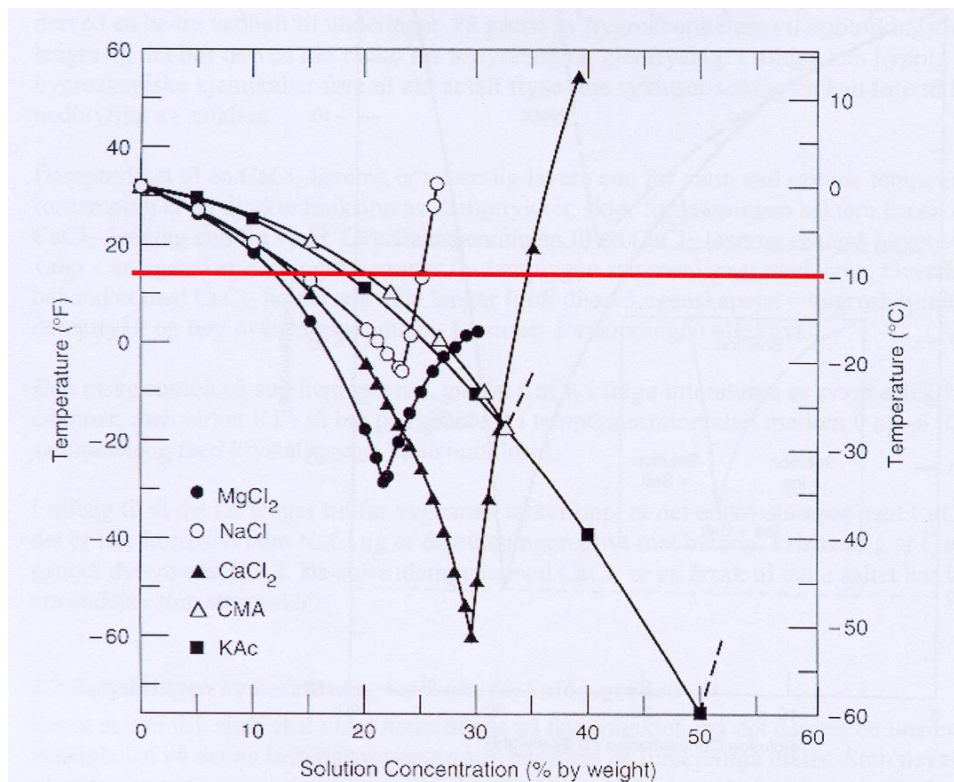
For de organiske saltene (acetater og formiater) finnes det per i dag ikke beregnede verdier slik som vist i Figur 28.

²²Mats Gustafsson m. fl., *Effekter av dammbinding av belagda vägar*, VTI rapport 666, 2010.

Som nevnt er de i liten grad gjort forskning eller kontrollerte forsøk innen temaet. Derfor er det lite med kunnskap om hvilke kjemikalier som i praksis er mest effektive til binde støv og eventuelt hvilke flere egenskaper som har betydning. Det kan være eksempelvis egenskaper som har betydning for hvor lenge kjemikalieløsningen blir liggende på veggen og som dermed påvirker varighet av tiltaket

Nedsetting av frysepunkt

Støvdemping med kjemikalier vil normalt skje i perioder der det er temperaturer under 0°C . Kjemikalieløsning som spres må ikke medføre tilfrysning på vegbanen og glatt veg. En viktig egenskap ved et kjemikalie er derfor at det setter effektivt frysepunktet ned til under brukstemperatur. Frysepunktnedsettelsen må være tilstrekkelig til å tåle en viss grad av uttynning fra nedbør. Figuren nedenfor viser det såkalte fasediagrammet for ulike kjemikalier.



Figur 29: Fasediagram for ulike kjemikalier.

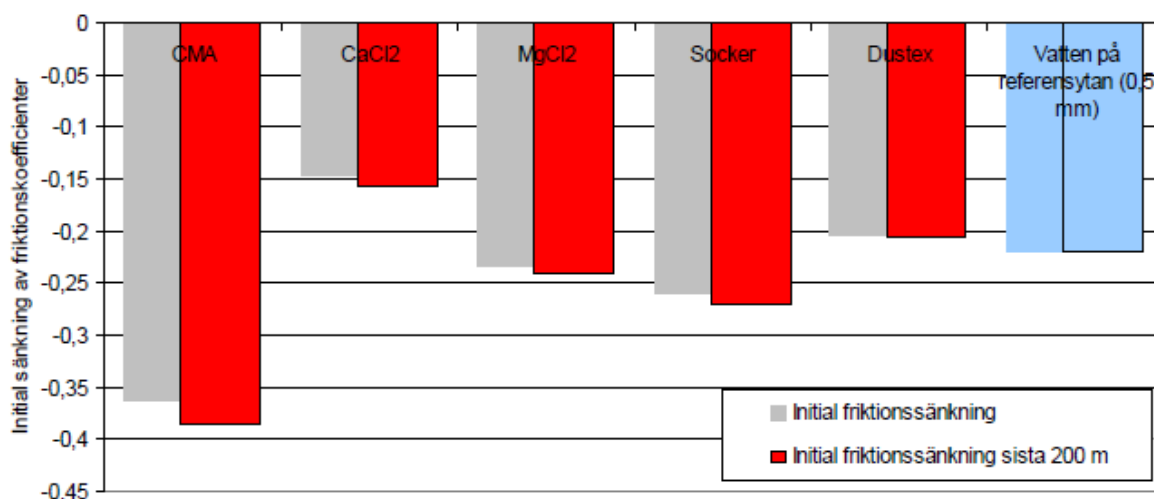
Fasediagrammet viser frysepunktet for en løsning av kjemikalie og vann som en funksjon av konsentrasjon. I figuren overfor er MgCl₂, CaCl₂ og CMA (muligens kaliumacetat) aktuelle som kjemikalie til støvdemping. Sammenligner man frysepunktkurven for MgCl₂ og CMA er man at MgCl₂ oppnår et lavere frysepunkt enn CMA ved samme konsentrasjon, eller motsatt, det trengs en lavere konsentrasjon med MgCl₂ sammenlignet med CMA for å oppnå samme frysepunkt. Den røde linjen viser et frysepunkt på -10°C . For å oppnå dette trengs det for MgCl₂-løsning en konsentrasjon på ca. 12 %, mens det trengs en konsentrasjon på 20 % for en CMA-løsning. Gjennomgående ser man at kloridsaltene setter ned frysepunktet mer effektivt sammenlignet med de organiske saltene og at MgCl₂ er det kjemikalet som setter ned frysepunktet mest effektivt.

Effekt på friksjon på bar veg

Det er gjort erfaringer med at støvdempingstiltak med utlegging av kjemikalier har medført lav friksjon på bar veg og dette da uten at tilfrysning har skjedd. Det har blitt målt lav friksjon rett etter tiltak, men også lav friksjon i perioder etter tiltak. Det er ikke god nok kunnskap om hvilke

mekanismer som gir lavere friksjon både rett etter tiltak og i perioder etter tiltak. Videre er det ikke kjent om årsaker til eventuelle forskjeller mellom ulike kjemikalier.

I Sverige har det blitt utført forsøk der man har målt friksjon rett etter utlegging av ulike kjemikalier²³. Figuren nedenfor viser reduksjonen i friksjon rett etter tiltak (middelverdier for friksjon etter tre ulike utlegginger).



Som figuren viser så reduserer en utlegging av samtlige kjemikalier friksjon. Samtlige bortsett fra CaCl₂ reduserer friksjonen mer enn forskjellen mellom tørr og våt friksjon. Årsaken til at kjemikaliene bidrar til en reduksjon i friksjon større enn det som tilsvarer forskjellen mellom våt og tørr veg er ikke kjent, men det egenskaper slik som viskositeten til kjemikalieløsningen kan ha betydning for friksjonen etter tiltak.

I Trondheim er det gjort erfaringer med at det kan bli glatt veg også i lengre tid etter tiltak. Det er rapportert om glatt veg etter lengre perioder med støvdemping og overgang til mildvær og regn. Det har vært stilt spørsmål om det skyldes en kombinasjon av mengden støv som er bundet til vegbanen over lengre tid, kjemikalieløsningen og våt/fuktig veg.

Potensiale med å skape lav friksjon etter tiltak med støvdemping, sammen med andre negative effekter, tilsier at dette bør skje i så liten grad som mulig. Det bør i så stor grad som mulig bedrives preventive driftstiltak med rengjøring og tiltak som begrenser støvproduksjonen.

Effekt på miljø

Kjemikalier aktuelle for støvdemping vil også kunne ha negative effekter miljøet. Effektene er kompliserte og vil være forskjellig på vann, jord eller vegetasjon. De ulike stoffene vil også ha svært ulik effekt. Eksempelvis vil MgCl₂ og CaCl₂ ha andre effekter enn CMA og kaliumformiat som er biologisk nedbrytbart. MgCl₂ og CaCl₂ danner begge klorioner som har negative effekter på både vann, jord og vegetasjon, mens magnesium- og kalsiumioner kan ha positive effekter på jord. CMA eller kaliumformiat brytes ned og forbraker oksygen og dette kan igjen gi negative effekter på jord- eller vannmiljø. En svensk litteraturstudie¹⁹ viser CMA i praksis har ingen negative effekter på vegetasjon. I en norsk litteraturstudie²⁴ er konklusjonen den samme, effekten på vegetasjon fra CMA er neglisjerbar ved doseringer som er vanlig ved bruk. Den svenske undersøkelsen konkluderer med

²³ Mats Gustafsson m. fl., *Effekter av dammbindning av belagde vägar*, VTI rapport 666, 2010.

²⁴ Carl Einar Amundsen mfl. «Salt SMART Miljøkonsekvenser ved salting av veger - en litteraturgjennomgang», Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2535, 2008.

at CMA er å foretrekke på veger og gater der man ønsker liten påvirkning på miljøet, dvs. i områder som er særlig sårbare eller der man har naturverdier med særlig verdi.

Effekt på materialer

Negative effekter på materialer kan også forekomme eksempelvis som korrosjon på metaller eller skader på betong. Også her er mekanismene kompliserte og effekten svært ulike mellom ulike kjemikalier og materialer. En vesentlig utfordring er at kunnskapen om effekter ofte er framkommet gjennom laboratorieforsøk og det vil alltid være en usikkerhet knyttet til eksponering av materialer i laboratorietester og hvorvidt disse er overførbare til hva som skjer i felt.

I følge Gustafsson m. fl.²⁵ viser CMA seg å være noe mindre korrosivt på metaller sammenlignet med NaCl, men viser også til undersøkelser der CMA og NaCl ikke skiller seg vesentlig ut når det gjelder korrosjon på armeringsjern. Litteraturstudien viser at MgCl₂ er noe mindre korrosivt på metall en CaCl₂, men at begge er mer korrosive en NaCl. På betong er MgCl₂ mest aggressivt, CaCl₂ mindre aggressivt sammenlignet med MgCl₂, men fortsatt mer aggressivt enn NaCl. Når det gjelder kaliumformiat er korrosjon på metall og betong vesentlig mindre enn for kloridsalter. Derimot er det rapportert om at bindemiddel i asfalt har myknet. Korrosjon av forsinket stål er observert på samme nivå som for NaCl og CMA.

Gjennomføring av tiltak

Spredning av tørt kjemikalie versus løsnings

Ved støvdemping asfaltdekker vil det være best å spre kjemikalie som løsnings. For det første vil en med å spre løsnings har en umiddelbar effekt av tiltaket. Sprer man tørt kjemikalie vil tiltaket først ha effekt da kjemikalet har tiltrukket seg tilstrekkelig nok fuktighet til at store deler av arealet er blitt fuktig. Med å spre kjemikalieløsnings vil det være lettere å dekke arealet som skal støvdempes. Løsnings kan også spres med dysespreder som gir mulighet for et mer presist spredebilde og mulighet for å dekke kun de arealer med støvdepot. Det er viktig å påpeke at det er ikke ønskelig at vegbanen skal være våt men kun fuktig. En våt vegbane gir sprut fra trafikk, noe som er negative for trafikanter og kjøretøy og mer spredning av kjemikalet til omgivelsen.

Tidspunkt for tiltak

Rettidighet er vesentlig når det skal gjøres tiltak for støvdemping. Tiltak må i størst mulig grad utføres før det oppstår høye konsentrasjoner. Støvet må bindes på vegbanen, det vil være for sent når det er i luften. Støvdemping må skje i forkant av at det forventes vær- og vegbaneforhold som gir problemer med svevestøv. Beslutning om tiltak må derfor baseres på vær- og luftkvalitetsprognoser kombinert med lokalkunnskap. Tiltak må også utføres på de tider av døgnet da trafikkmengden er lavest fordi da er også støvemengden i luften lavest.

Dosering, løsningskonsentrasjon og spredeareal

Det er i liten grad dokumenterte erfaringer eller forsøk som viser hva som er nødvendig dosering for å få effekt av støvdempingstiltak med løsnings. Det er grunn til å tro at det vil være mange faktorer som påvirker dette slik som type kjemikalie, løsningskonsentrasjon, temperatur, luftfuktighet, vind mv. På grunn av de negative effekter er det et mål å bruke så lite kjemikalie som mulig samtidig som en oppnår ønsket effekt.

Doseringsmengden må være tilstrekkelig for å godt dekke det arealet man ønsker å støvdempe, dvs. et tett spredebilde. Samtidig er det viktig å tenke på at det ikke ønskes en veldig våt veg. I følge

²⁵ Mats Gustafsson m. fl., *Effekter av dammbindning av belagde vägar*, VTI rapport 666, 2010.

erfaringer fra Trondheim vil nødvendig dosering med 20 % $MgCl_2$ -løsning være mellom 20 og 40 g/m².

Det vil antagelig være en sammenheng mellom nødvendig doseringsmengde og løsningskonsentrasjon. Jo høyere konsentrasjon, jo større mengde kjemikalie per gram løsning. Det er litt ulik praksis mht. til konsentrasjon på $MgCl_2$ -løsning i Trondheim og Oslo. I Oslo er det beskrevet bruk av 15 vektprosent $MgCl_2$ -løsning, mens i Trondheim brukes 20 vektprosent. En fordel med relativt lav løsningskonsentrasjon er at man kan dosere tilstrekkelig med løsning (i g/m²) for å få et tett spredebilde, men den lave konsentrasjon betyr likevel at tiltaket ikke medfører et veldig høyt kjemikalieforbruk per m². Samtidig er det viktig at løsningskonsentrasjonen er tilstrekkelig slik at frysepunkt ligger godt under det som er brukstemperatur. Ofte vil jo støvdemping skje i perioder med lave temperaturer.

Det er viktig å støvedempe, dvs. spre løsningen, på arealer med støvdepot. Det vil typisk være i midten av vegen, inntil fortauskanter, på fortau inntil vegbane og midtrabatter. Det vil ofte være mindre støv i hjulspor og dermed ikke så stort behov for å spre kjemikalieløsning her

Befuktet salt med $MgCl_2$ -løsning (FS30)

I Oslo benyttes det til ordinære vinterdriftstiltak natriumklorid befuktet med $MgCl_2$ -løsning, ofte referert til som FS30. Metoden hevdes å ha flere fordeler i vinterdriften eksempelvis bedre effekt ved lavere temperaturer. En annen fordel som hevdes ved metoden at man oppnår en viss støvdempingseffekt kombinert med ordinære vinterdriftstiltak.

I Oslo ble det gjort forsøk med befuktning av NaCl med $MgCl_2$ -løsning i vintersesongen 2001/2002 til 2004/2005. Hovedhensikten med disse forsøkene var å dokumentere metoden ut fra egenskaper i ordinær salting i vinterdriften. Effekten mht. støvdemping ble ikke dokumentert, men det ble hevdet at metoden også hadde en støvdempende effekt²⁶.

At metoden med befuktning har en viss støvdempende effekt er sannsynlig da en med salttiltak tilfører en viss mengde $MgCl_2$ som er et hygroskopisk salt egnet for støvdemping. Det likevel viktig å påpekte at ordinære tiltak med salting i vinterdriften skjer i perioder der det normalt er lite svevestøv. En vil også i slike perioder ha vær- og føreforhold som gjør at kjemikalene forsvinner fra vegbanen (avrenning og sprut fra trafikk) og at tiltakene vil ha noe begrenset varighet. Det er ikke grunn til å tro at vinterdrift med bruk av natriumklorid befuktet med $MgCl_2$ -løsning vil kunne erstatte målretta tiltak med støvdemping med kjemikalieløsning i perioder med svevestøvsproblemer.

²⁶ Torgeir Vaa m. fl. «Forsøk med befuktning med magnesiumkloridløsning i Oslo. Sesongen 2001/2002 - 2004/2005. Sluttrapport», Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2414, 2005.



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen