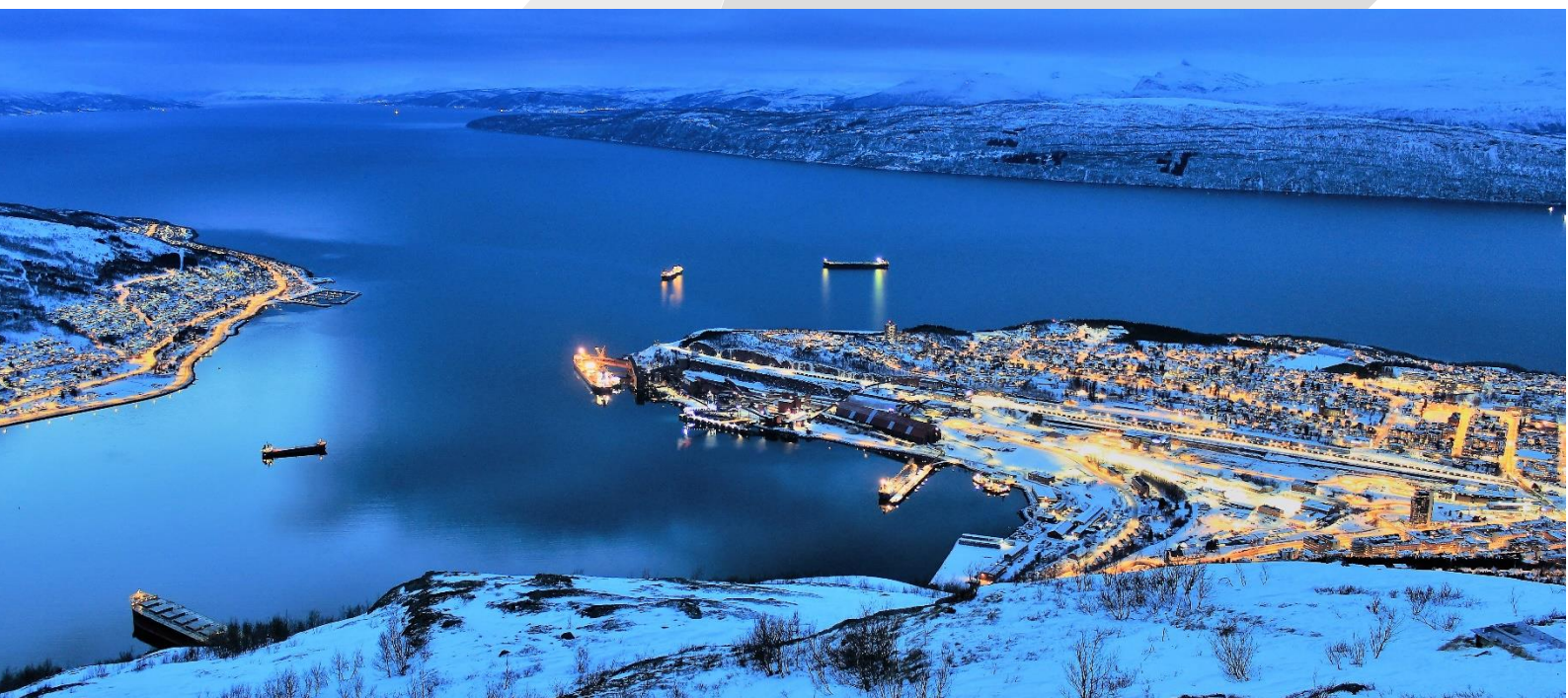


OKTOBER 2018  
NARVIK KOMMUNE

# LUFTSONEKART FOR NARVIK KOMMUNE

DELRAPPORT I: UTSLIPPSBEREGNINGER, METODIKK OG GRUNNLAGSDATA



**COWI**

OKTOBER 2018  
NARVIK KOMMUNE

# LUFTSONEKART FOR NARVIK KOMMUNE

DELRAPPORT I: UTSLIPPSBEREGNINGER, METODIKK OG GRUNNLAGSDATA

PROSJEKTNR.

A104154

DOKUMENTNR.

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

30. oktober 2018

BESKRIVELSE

RAPPORT

UTARBEIDET

JNBR, SCRL

KONTROLLERT

SCRL

GODKJENT

SCRL

# INNHOOLD

1	Sammendrag	4
2	Innledning	5
3	Metode	7
3.1	Modelloppsett	7
4	Utslippsberegninger	14
4.1	Veitrafikk	14
4.2	Vedfyring	17
4.3	Skipstrafikk	19
4.4	Industri	19
5	Måleresultater i 2017	22
5.1	Tidsserier for svevestøv	22
5.2	Tidsvariasjoner	22
5.3	Polar plot og vindrose	25
6	Forutsetninger og usikkerheter	28
6.1	Forutsetninger og usikkerheter: veitrafikk	28
6.2	Forutsetninger og usikkerheter: vedfyring	28
6.3	Forutsetninger og usikkerheter: skipstrafikk	28
6.4	Forutsetninger og usikkerheter: industri	29
7	Referanser	30

# 1 Sammendrag

COWI AS har på oppdrag for Narvik kommune utarbeidet et luftsonekart for Narvik kommune. Luftsonekartet, som er basert på modellberegninger ved bruk av spredningsmodellen AERMOD View, presenteres i henhold til sonegrensene i Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520.

I denne rapporten er metodikk, grunnlagsinformasjon og -data som inngår i modellberegningene presentert, i tillegg til en analyse av måleresultater for 2017. Målingene i Narvik er utført av SINTEF Molab AS. I delrapport II (COWI AS, 2018) presenteres resultatene av spredningsmodelleringen og det endelige luftsonekartet.

I Tabell 1 er totale beregnede utslipp av svevestøv ( $PM_{10}$ ) og nitrogenoksider ( $NO_x$ ) for 2017 presentert:

Tabell 1: Beregnede utslipp av  $PM_{10}$  og  $NO_x$  (tonn/år) i 2017.

Kilde	$PM_{10}$ (tonn/år)	$NO_x$ (tonn/år)
Veitrafikk	2.3 <sup>1</sup>	41.3
Vedfyring	35.4	2.0
Skipstrafikk	5.0	212.4
Industri	89.3	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>132.0</b>	<b>257.3</b>

Analyse av måleresultater for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$ <sup>2</sup> fra målestasjonen i Kongens gate i Narvik sentrum i 2017 avdekket følgende:

- > Kilden til den høye andelen av  $PM_1$  i januar og februar er mest sannsynlig boligoppvarming (ved- og oljefyring) og er mest fremtredende når det er vindstille (mindre enn 2 m/s) kombinert med liten grad av luftutveksling.
- > Høye  $PM_{10}$ -konsentrasjoner om våren skyldes økt oppvirvling av veistøvdepot på grunn av opptørking av veibanen, kombinert med økt veislitasje fra piggdekkbruk.
- > Høye  $PM_{10}$ -konsentrasjoner i oktober og november skyldes mest sannsynlig oppstart av piggdekkseongen kombinert med forholdsvis lite nedbør og ikke snødekke.

<sup>1</sup> Inkluderer ikke oppvirvling av veistøv, da dette er sekundærutslipp. Oppvirvling av veistøv vil for eksempel øke ved bruk av strøsand, særlig ved høy piggdekkandel.

<sup>2</sup>  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$  er definert som partikler som er mindre enn henholdsvis 10  $\mu m$ , 2.5  $\mu m$  og 1  $\mu m$ .

## 2 Innledning

COWI AS har på oppdrag fra Narvik kommune utarbeidet et luftsonekart for PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> for Narvik kommune. Arbeidet er et ledd i en tiltaksutredning Narvik kommune har blitt pålagt å utarbeide etter forurensningsforskriften kapittel 7 (Lovdata, u.d.) på grunn av overskridelser av de nasjonale grenseverdiene for svevestøv (PM<sub>10</sub>) i 2016. Målingene er utført av SINTEF Molab AS, som også har utarbeidet måneds- og årsrapporter hvor resultatene i forhold til nasjonale grenseverdier er dokumentert. I denne rapporten presenteres metodikk og grunnlagsinformasjon til luftsonekartet. I delrapport II presenteres luftsonekartet med analyse i tillegg til presentasjon av kildebidragene (COWI AS, 2018).

De forhøyede forurensningsnivåene som oppstår i byer og tettsteder utløser betydelige helseeffekter i befolkningen. Ifølge FHI et al. (2007) har økte nivåer av svevestøv sammenheng med økt forekomst av dødsfall og antall sykehusinnleggelses som følge av hjerte-karsykdommer og luftveissykdommer. I tillegg til de nasjonale grenseverdiene finnes det anbefalinger, nasjonale mål og nasjonale luftkvalitetskriterier, som er alle forskjellige og med ulike ambisjonsmål, da det ikke finnes en klart definert terskel for når helseeffektene som følge av eksponering for svevestøv oppstår. Dette kan skyldes forekomst av mer sårbare befolkningsgrupper som eldre og barn, i tillegg til grupper som allerede har fått påvist astma eller hjerte-karsykdommer.

Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging, T-1520 (Miljødirektoratet, 2012) har til hensikt å forebygge overnevnte helseeffekter av luftforurensning gjennom god arealplanlegging. Luftsonekartet skal utarbeides i tråd med retningslinjen for å "sikre og legge til rette for en langsiktig arealplanlegging som forebygger og reduserer lokale luftforurensningsproblemer". Luftsonekartet skal være et viktig grunnlag for kommunens arealplanlegging og bør brukes som faglig grunnlag i alt planarbeid i kommunen.

De anbefalte grensene for luftforurensning (PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> (nitrogendioksid)) i retningslinje T-1520 er presentert i Tabell 2, sammen med de nasjonale grenseverdiene i forurensningsforskriften kapittel 7. Luftsonekartet presenteres i henhold til soneinndelingen som er vist i tabellen. Ifølge T-1520 skal alle kilder som bidrar til luftforurensning (for eksempel veitrafikk, vedfyring, industri, havn og lignende) inngå i luftsonekartet. Når minst ett av kriteriene i Tabell 2 er oppfylt, faller arealet innenfor sonen.

Tabell 2: Anbefalte grenser for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse (T-1520) og de nasjonale grenseverdiene for luftforurensning i henhold til forurensningsforskriften kap. 7.

	Retningslinje T-1520		Nasjonal grenseverdi (forurensningsforskriften, kap. 7)	
<b>PM<sub>10</sub></b>	35 µg/m <sup>3</sup> 7 døgn/år	50 µg/m <sup>3</sup> 7 døgn/år	50 µg/m <sup>3</sup> 30 døgn/år	25 µg/m <sup>3</sup> årsmiddel
<b>NO<sub>2</sub></b>	40 µg/m <sup>3</sup> vintermiddel	40 µg/m <sup>3</sup> årsmiddel	200 µg/m <sup>3</sup> 18 timer/år	40 µg/m <sup>3</sup> årsmiddel

Luftsonekartet er et viktig bidrag for å kartlegge den nåværende forurensningssituasjonen ved at økt kunnskap om følgende avdekkes:

- > hvilke kilder som bidrar til forurensningssituasjonen
- > hvor utslippene finner sted
- > området hvor utslippene bidrar vesentlig til forurensningssituasjonen

Basert på resultatene kan tiltaksområdet avgrenses og tiltak for å redusere luftforurensningen lettere bestemmes.

Prosjektet ledes COWI AS v/ Scott Randall, som er ansvarlig for utarbeidelsen av luftsonekartet med Janne Berger som bidragsyter. SINTEF Molab v/ Tone Gardsjord og Norconsult er ansvarlig for drift av målestasjoner og rapportering av målinger. Ansvarlig ved Narvik kommune er Cathrine Kristoffersen. Statens vegvesen, LKAB og Narvik Havn HF bidratt med utslippsdata og informasjon knyttet til sine utslippskilder.

## 3 Metode

Luftsonekartet er basert på modellberegninger ved bruk av spredningsmodellen AERMOD View (USEPA (2005a), Lakes (2014)). AERMOD View er et dataverktøy for spredningsmodellering av utslipp til luft og er anbefalt i veilederen Nasjonalt informasjonssenter for modellering av luftkvalitet (ModLUFT, u.d.). Siden 2017 er det eneste året med kontinuerlige referansemålinger gjennom hele kalenderåret, er beregningene utført for 2017<sup>3</sup>. Dette året antas også å representere et "gjennomsnittså"<sup>4</sup>.

Følgende metodikk er benyttet i vurderingen av luftkvalitet og soner.

- > **Beregning av utslipp.** Basert utslippsdata for veitrafikk, vedfyring, skipstrafikk og industri er utslippsintensitet (g/s) beregnet for PM<sub>10</sub> og NO<sub>x</sub> for hver kilde.
- > **Spredningsberegninger.** Inngangsdata som utslippsintensitet, topografi, meteorologi, bakgrunnsverdier, tidsvariasjoner, reseptorpunkter og prosjektområdet er opprettet i spredningsmodellen. Beregningene er gjort for hver time gjennom et helt år for å ta hensyn til variasjoner i meteorologi som har betydning for spredningsforløpet.
- > **Vurdering av resultater.** Spredningsresultatene er presentert i kart, både for hver enkelt kilde og for alle kilder inkludert bidrag fra bakgrunnsforurensning. Kartet viser konsentrasjonene for PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub> i samsvar med sonegrensene i retningslinje T-1520 (Tabell 2).

### 3.1 Modelloppsett

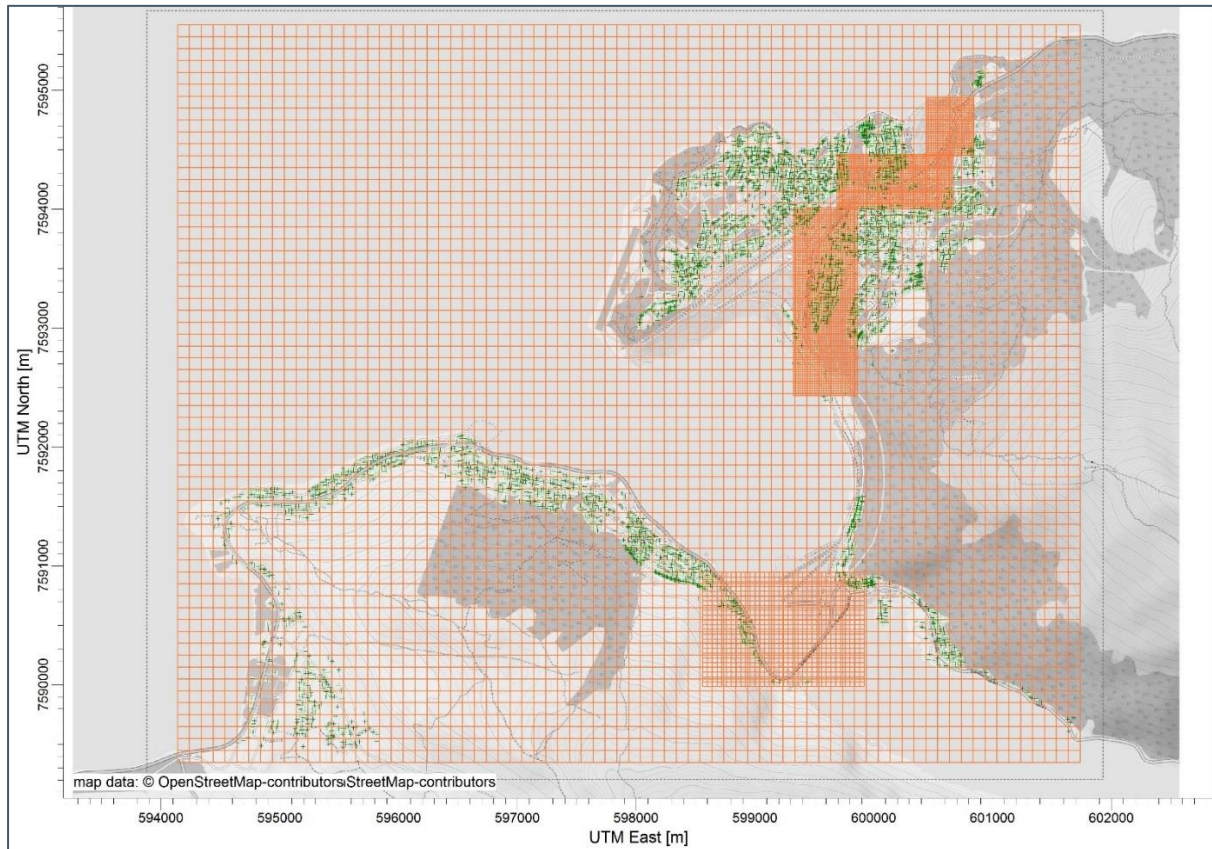
#### 3.1.1 Prosjektområdet

For å inkludere alle kildene som kan påvirke luftkvaliteten i Narvik by og omegn er det i spredningsmodellen definert et prosjektområde på 8.0 x 6.5 km. Prosjektområdet er inndelt i ruter med oppløsning ned til 20 m x 20 m (se Figur 1). Alle inngangsdataene er avgrenset til området som er vist i Figur 1, med unntak av bakgrunnskonsentrasjonene, som er nærmere beskrevet i kapittel 3.1.4. OpenStreetMaps (OpenStreetMap, u.d.) og N50 Raster (Statens Kartverk, u.d.) er benyttet som bakgrunnskart.

---

<sup>3</sup> I 2017 ble det iverksatt intensivert veirenhold på E6 gjennom sentrum.

<sup>4</sup> Retningslinje T-1520 har ingen klar veiledning knyttet til hva som skal defineres som et «gjennomsnittså». Vi har derfor gjort en egen skjønnsmessig vurdering av dette (i samarbeid med kommunen) basert på meteorologi i kombinasjon med de foreliggende målingene av luftkvalitet.

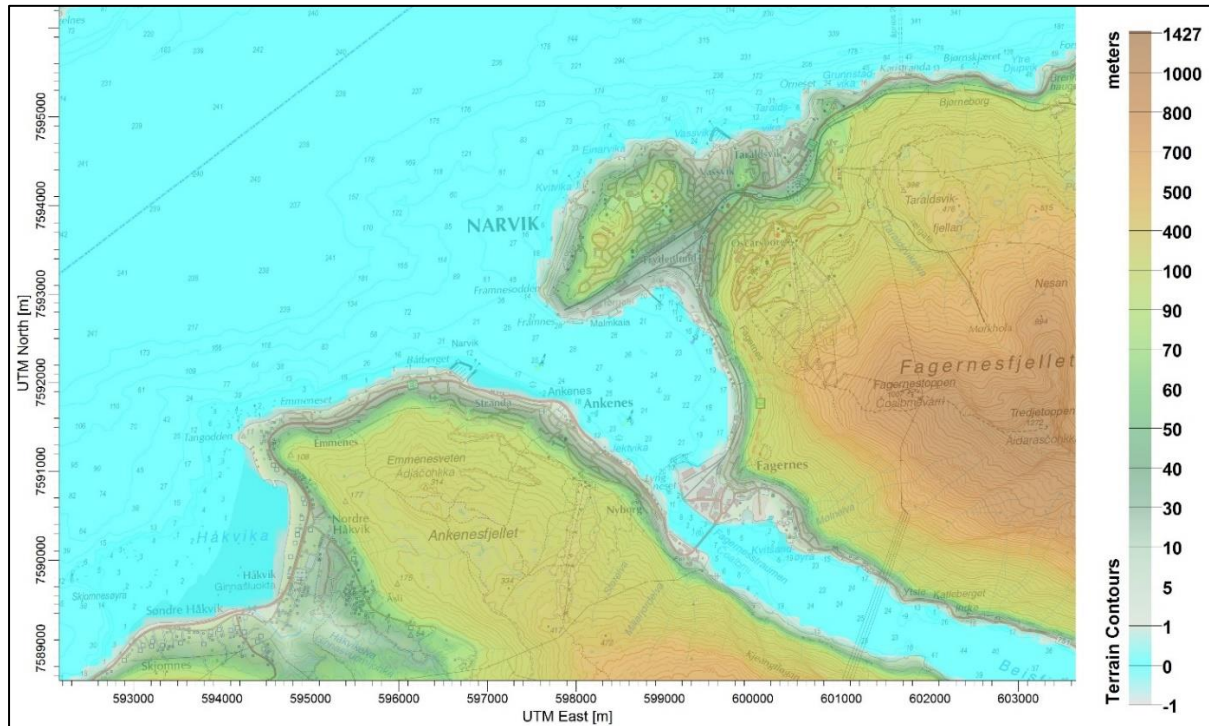


Figur 1: Prosjektområdet slik det er lagt inn i spredningsmodellen med oppløsning markert med oransje ruter (utsnitt fra AERMOD View). I tillegg er det lagt inn reseptorpunkter for bygningspunkter (boliger o.l.), markert med grønne kryss.

### 3.1.2 Topografi

Det er benyttet topografidata fra en landsdekkende digital terrengmodell med 10 m oppløsning (Figur 2). Terrengdata er generert fra Statens Kartverk med en såkalt hybrid DTM struktur med programmet SCOP (Statens Kartverk, u.d.).





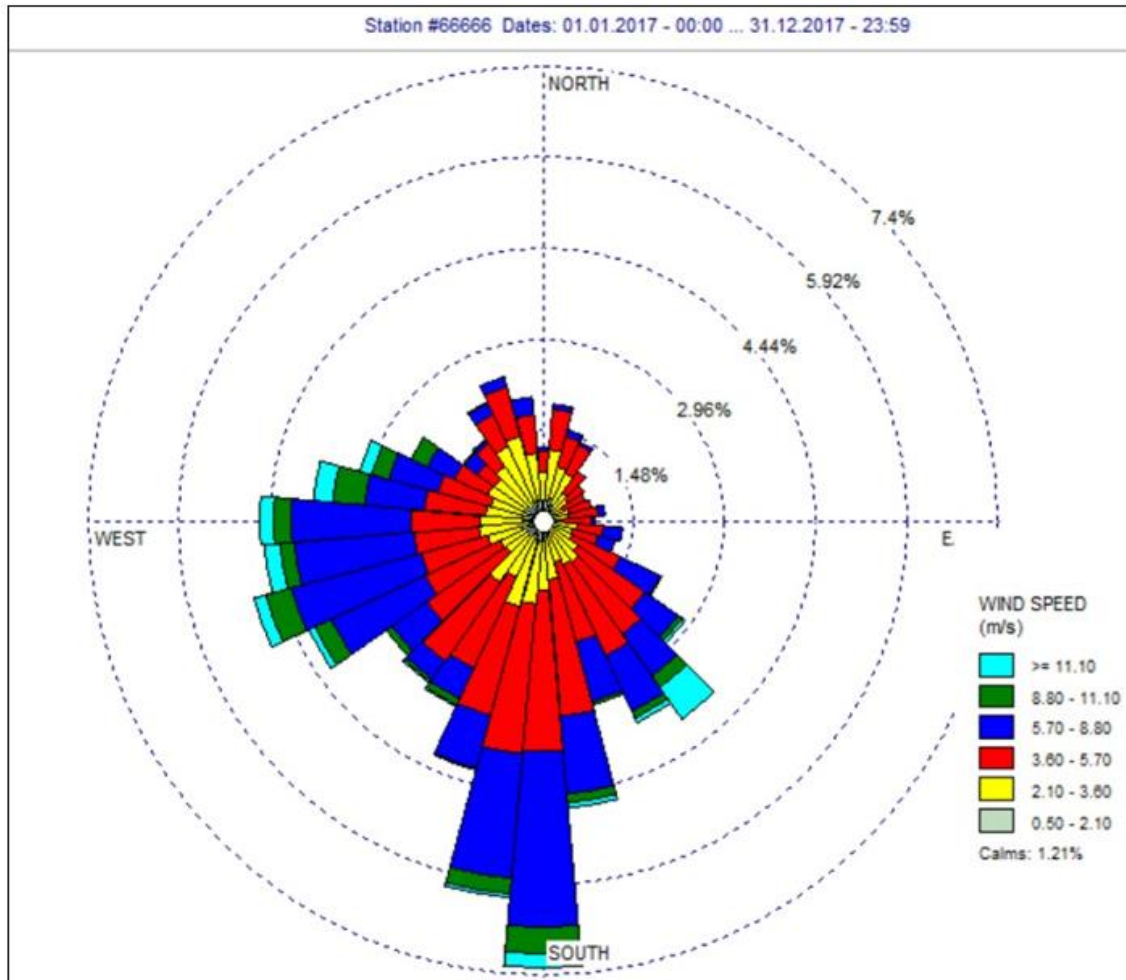
Figur 2: Topografi i prosjektområdet (utsnitt fra AERMOD View).

### 3.1.3 Meteorologi

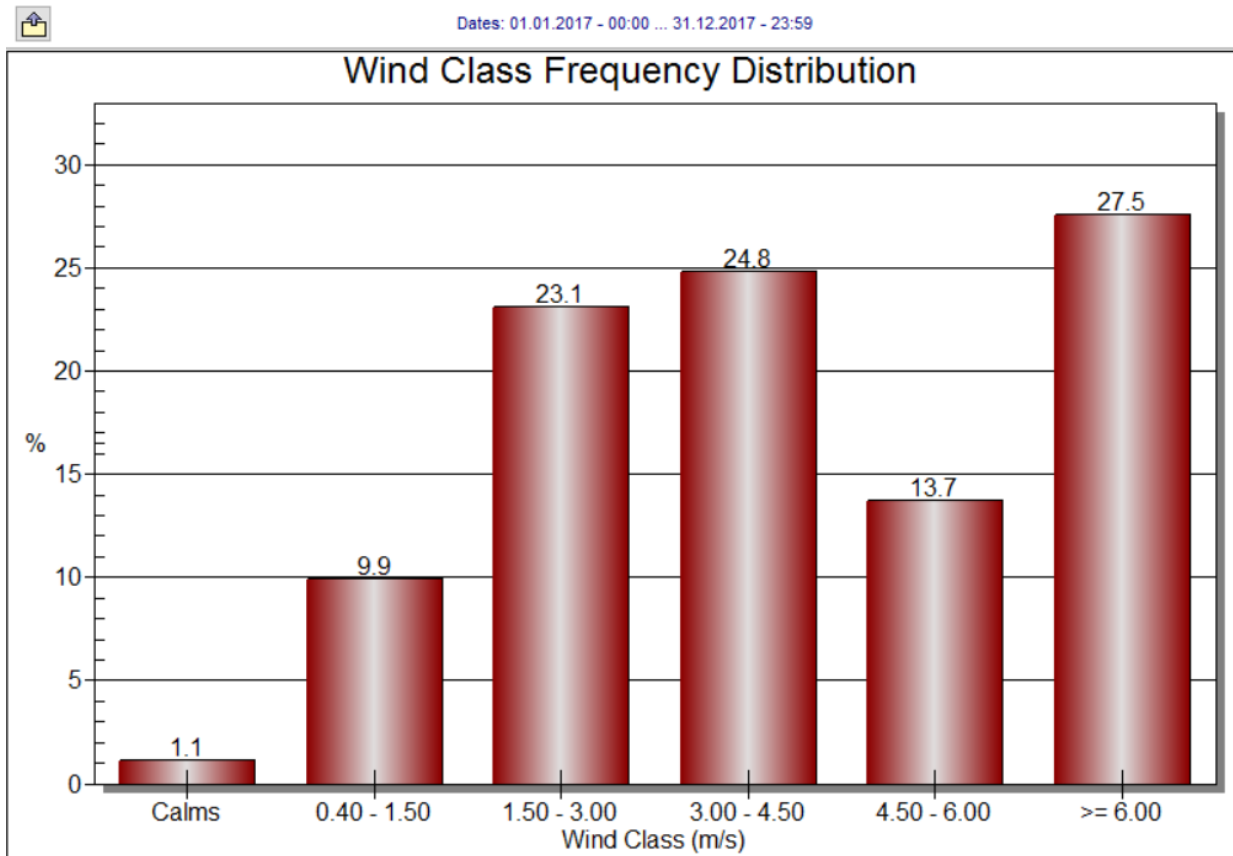
Timevise meteorologidata er beregnet med meteorologimodellen WRF med midtpunkt (68.438244 °N, 17.426614 °Ø) med 4 km oppløsning fra 1. jan 2017–31. des 2017 (WRF, 2018). De meteorologiske parameterne som er brukt i beregningene inkluderer:

- > Vindretning (°)
- > Vindstyrke (m/s)
- > Lufttemperatur (°C)
- > Nedbør (mm)
- > Skydekke (oktavs)
- > Lufttrykk (hPa)
- > Luftfuktighet (%)
- > Global stråling (Wh/m<sup>2</sup>)

Meteorologidata er bearbeidet i AERMET og WRPLOT (Lakes (2014), (2015)). Vindrose for 2017 er vist i Figur 3. Dominerende vindretning dette året var fra sør, mens sekundære vindretninger er fra øst. Det var registrert stille vind (< 0.5 m/s) i 1.21% av året. I Figur 4 er frekvensfordeling av vindhastigheter i 2017 presentert. Det var størst hyppighet av vindhastigheter mellom 3.6 m/s og 5.7 m/s.



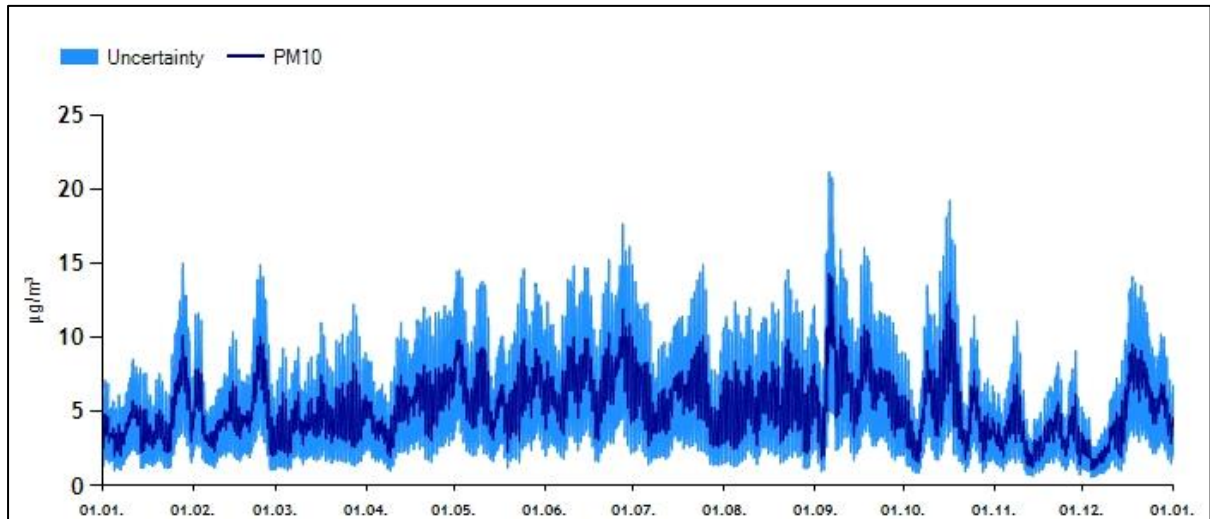
Figur 3: Vindrose for Narvik for året 2017, basert på meteorologidata beregnet med den meteorologimodellen WRF. Hentet fra AERMET View.



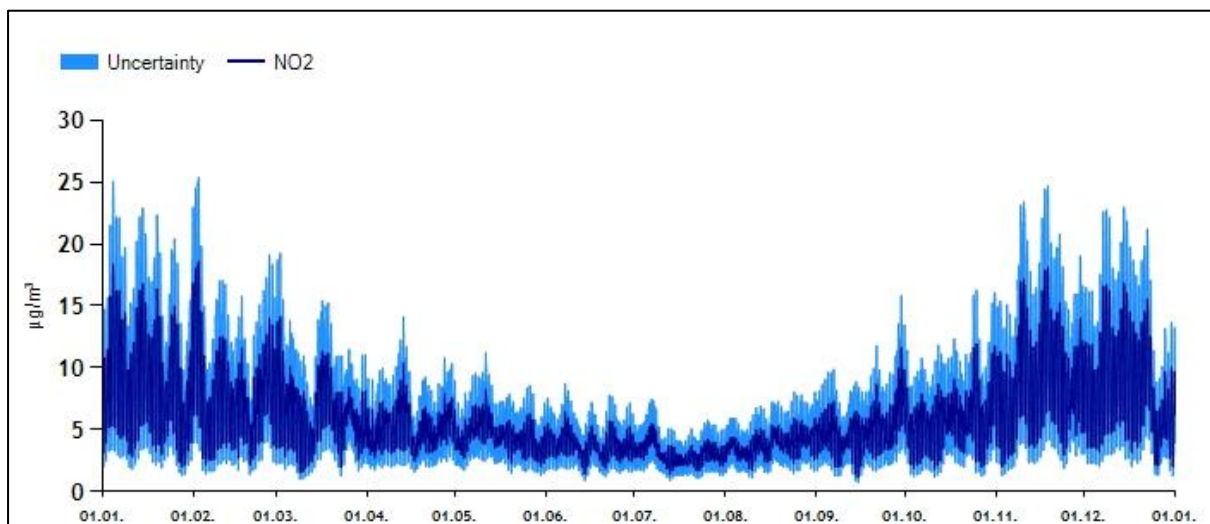
Figur 4: Frekvensfordeling av vindstyrker i Narvik beregnet med den meteorologimodellen WRF. Hentet fra AERMET View.

### 3.1.4 Bakgrunnskonsentrasjoner

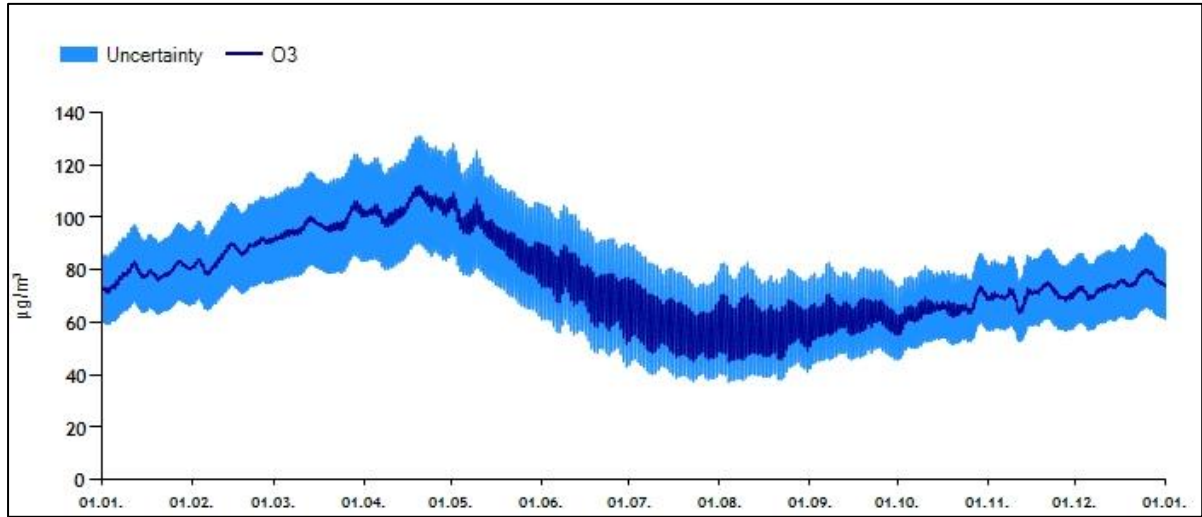
Bakgrunnskonsentrasjonen er forurensning som er dannet utenfor prosjektområdet, for eksempel langtransportert luftforurensning. Bakgrunnsverdier for PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> er generert fra «Bakgrunnsapplikasjonen» (ModLUFT, u.d.) for prosjektområdet, 68.258 °N, 17.406 °Ø. Timevise genererte verdier for PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> er presentert i Figur 5 – Figur 7.



Figur 5: Timevise bakgrunnskonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for  $\text{PM}_{10}$  utenfor prosjektområdet. Hentet fra ModLUFT (u.d.).



Figur 6: Timevise bakgrunnskonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for  $\text{NO}_2$  utenfor prosjektområdet. Hentet fra ModLUFT (u.d.).



Figur 7: Timevise bakgrunnskonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for  $\text{O}_3$  utenfor prosjektområdet. Hentet fra ModLUFT (u.d.).

## 4 Utslippsberegninger

### 4.1 Veitrafikk

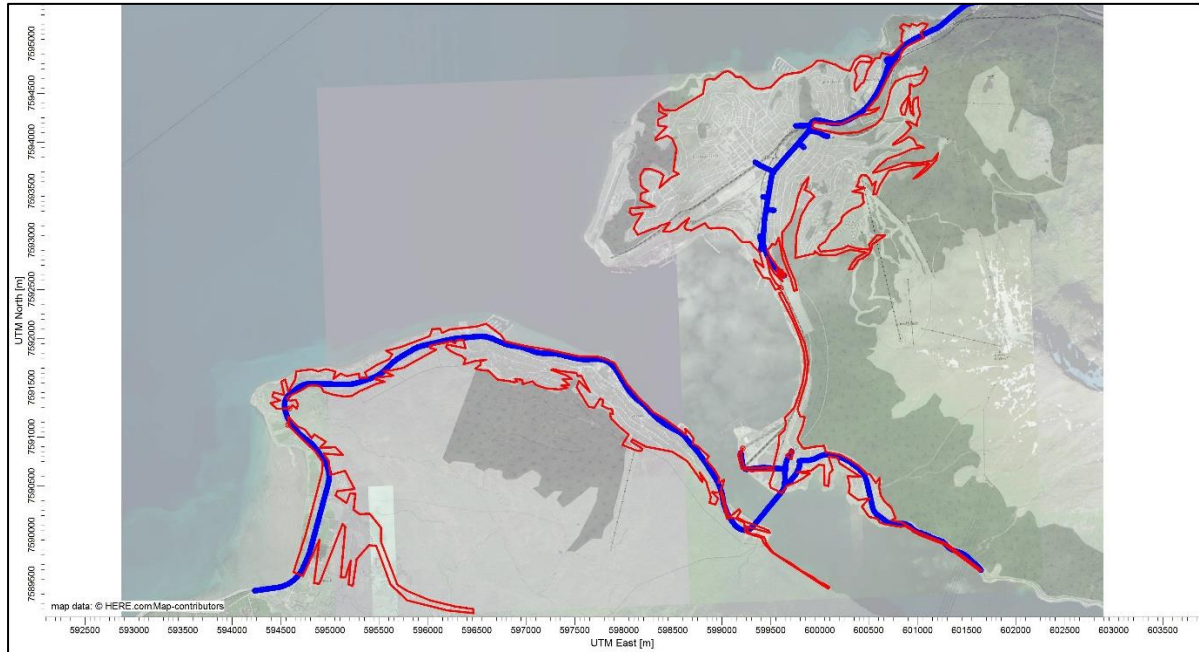
Basert på utslippsfaktorer, ÅDT (årsdøgntrafikk) og strekningslengde av veiene er utslippsintensitet (g/s) beregnet for PM<sub>10</sub> og NO<sub>x</sub>. Detaljert informasjon om ÅDT, tungtransport- og piggdekkandel for hovedveiene (E6 og Fv. 751) og det kommunale veisystemet er presentert i Tabell 3. Utslippsfaktorer for alle typer kjøretøy (NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub>, spesifisert for Norge) for hastigheter fra 40 km/t til 80 km/t, veistigning på +/-2% og for dagens situasjon (2017) er hentet fra den europeiske databasen HBEFA (u.d.). Faktorer for vei-, bremse- og dekkslitasje lagt til utslippsfaktorene for PM<sub>10</sub> er hentet fra APEF (u.d.). I tillegg er det lagt til faktorer som inkluderer piggdekkbruk i vinter- og vårmånedene, samt oppvirvling av veistøv i vårmånedene. Det er lagt til grunn en kjøretøysammensetning for henholdsvis diesel, bensin og el-biler i Nordland fylke (OFV, 2017).

Tabell 3: Trafikktall, tungtransport- og piggdekkandeler i Narvik benyttet i beregningene.

	ÅDT	Hastighet	Tungtransportandel	Piggdekkandel	Kilde
<b>E6 gjennom Narvik sentrum</b>	Opptil ca. 12 500	50-80 km/t	7-25%	93%	NVDB (u.d.), SVV Region nord (2018)
<b>Fv. 751</b>	Opptil ca. 3350	50-80 km/t	9-11%	93%	NVDB (u.d.), SVV Region nord (2018)
<b>Kommunale veier<sup>1)</sup>, Narvik sentrum</b>	500	40 km/t	5%	93%	Narvik kommune (2018), SVV Region nord (2018)

<sup>1)</sup> På grunn av manglende informasjon om alle kommunale småveier i Narvik sentrum, har samtlige av disse blitt tilegnet de samme verdiene for ÅDT, hastighet, tungtransport- og piggdekkandel, etter samtale med Narvik kommune og SVV.

Veistrekningene som inngår i beregningene er vist i Figur 8. Hovedveien gjennom Narvik sentrum (E6) og Fv. 751 er behandlet som linjekilder, mens det øvrige kommunale veisystemet er behandlet som arealkilder. For sistnevnte ble den totale strekningslengden i hver arealkilde summert opp og utslippene beregnet. ÅDT antas å være lik for alle de kommunale veiene. Ifølge beregningene bidro veitrafikk i Narvik med utslipp av 2.3 tonn PM<sub>10</sub> og 41.5 tonn NO<sub>x</sub> i 2017.

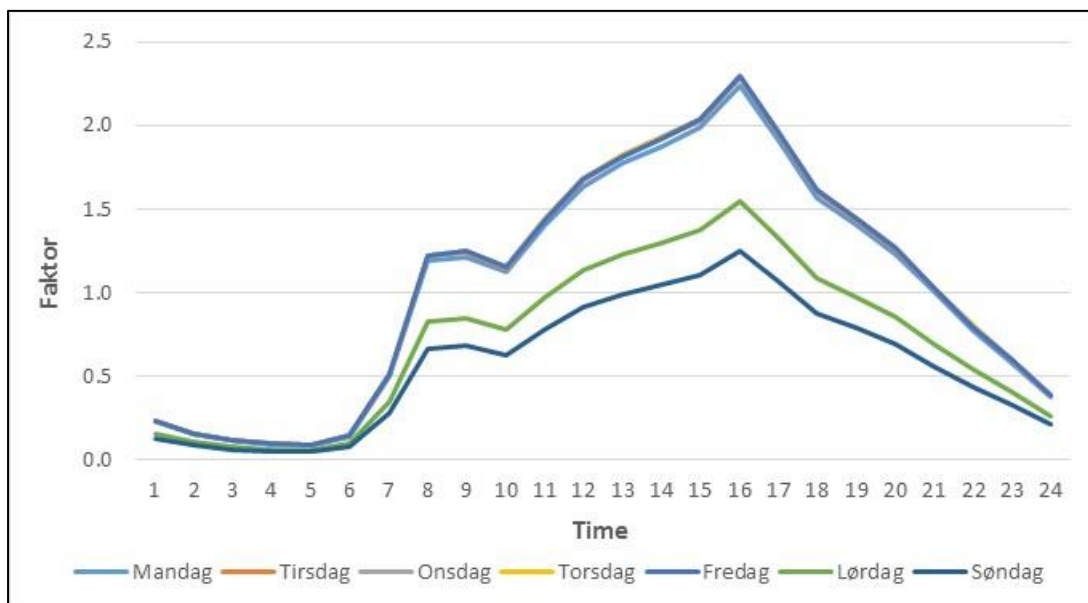


Figur 8: Oversikt over veitrafikk slik det er lagt inn i spredningsmodellen (utsnitt fra AERMOD View). Utslipp av  $PM_{10}$  og  $NO_x$  er beregnet for hele veisystemet i prosjektområdet representert ved 22 linjekilder (markert i blått) og seks arealkilder (markert i rødt).

Modellen har håndtert  $NO_x$ -utslipp med konvertering til  $NO_2$ -konsentrasjoner basert på timevise  $O_3$  bakgrunnskonsentrasjoner med OLM algoritmen i AERMOD (USEPA (2012), (2005b)).

#### 4.1.1 Tidsvariasjoner

Det er lagt til døgnlig, ukentlig og årlig tidsvariasjon i veitrafikk (se eksempel for januar måned i Figur 9) basert på trafikktegninger på E6 gjennom sentrum i 2017. Tellingene er utført av Statens vegvesen.



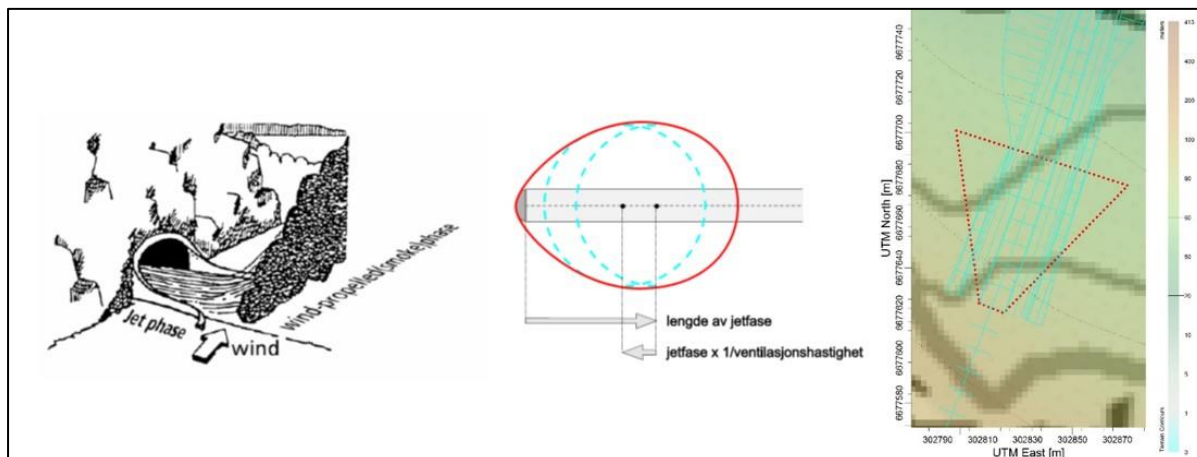
Figur 9: Times- og ukesvariasjon for veitrafikk. Figuren viser januar som eksempel, da det også er lagt til månedlige variasjoner i veitrafikk for hele året. Gjennomsnittet av alle faktorene (inkludert samtlige måneder) er lik 1.

#### 4.1.2 Utslipp fra tunnel

Fagernestunnelen, som har vært stengt siden 2017 på grunn av sikkerhetsoppgraderinger, er behandlet som åpen i modellberegningene<sup>5</sup>. Tunnelmunningene er innarbeidet med en jetfase utenfor munningene. Jetfasen er utformet og basert på en veiledning gitt fra Vegdirektoratet og ModLUFT (Vegdirektoratet (2014), ModLUFT (u.d.)). Figur 10 viser en illustrasjon av en jetfase og en plume-fase, samt et eksempel på utforming av en jetfase i spredningsmodellen. Utslipp fra jetfasene er håndtert som en arealkilde i modellen. Utslippene fra tunnelen er ifølge SVV Region nord (2018) fordelt slik at 80% slippes ut på nordsiden av tunnelen, mens 20% slippes ut på sørsiden, hovedsakelig på grunn av høydeforskjellen mellom de to munningene i tillegg til ventilasjonsstrømmen.

<sup>5</sup> Å behandle Fagernestunnelen som åpen i modellen antas å gi et riktigere bilde av utslipp fra veitrafikk og det overordnede trafikkbildet i Narvik, da overskridelsene av PM<sub>10</sub> ble registrert i 2016, før tunnelen ble midlertidig stengt. Tunnelen planlegges å åpnes igjen høsten 2018.





Figur 10: Venstre: Illustrasjon av jetfase og vinddrevet plumefase (Vegdirektoratet, 2014). I midten: Maksimal utbredelse av jetfasen fra en tunnelmunning (ModLUFT, u.d.). Høyre: Eksempel på utforming av jetfasen utenfor en tunnelmunning i AERMOD (rød trapezoid).

## 4.2 Vedfyring

Basert på utslippsfaktorer og vedforbruk er utslipp fra vedfyring beregnet:

$$\text{Utslipp [g/s]} = \text{Utslippsfaktor [g/kg]} \times \text{Vedforbruk [kg/s]}$$

Vi har brukt SINTEFs anbefalte utslippsfaktorer for PM<sub>10</sub> (SINTEF, 2013), mens utslippsfaktorer for NO<sub>x</sub> er hentet fra SSB (2001). Utslippsfaktorene er spesifisert for ovnsteknologi<sup>6</sup>. Informasjon om vedforbruk og andeler for ovnsteknologi var kun tilgjengelig på fylkesnivå og er hentet fra SSB (2016). I Tabell 4 er grunnlagsdataene for vedfyring oppsummert.

Tabell 4: Anvendte verdier for utslippsfaktorer, vedforbruk og andeler for ovnsteknologi i beregningene av utslipp fra vedfyring.

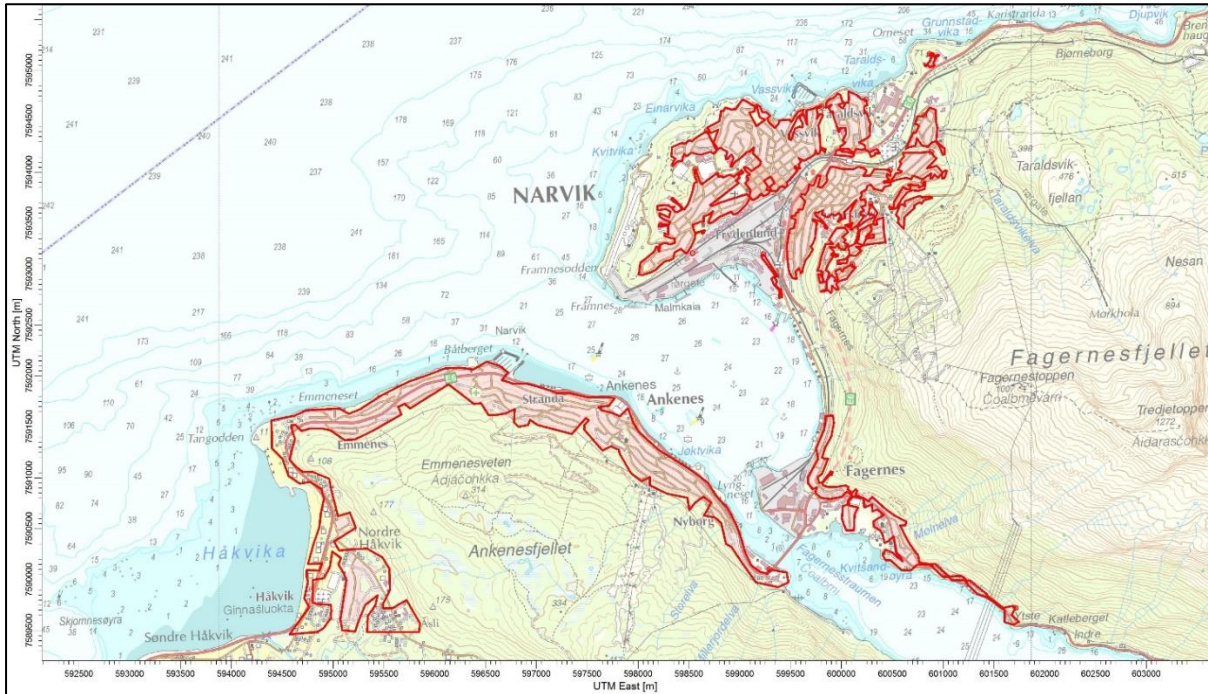
	Utslippsfaktor (PM <sub>t</sub> ) (g/kg) <sup>1)</sup>	Utslippsfaktor (NO <sub>x</sub> ) (g/kg)	Andel, Nordland fylke	Vedforbruk, Nordland fylke i 2016 (kg/innbygger)
<b>Gammel teknologi</b>	17.4	0.97	37%	59
<b>Ny teknologi</b>	12.2	0.97	63%	101
<b>SUM</b>				<b>160</b>

<sup>1)</sup> PM<sub>t</sub> står for "Total suspended particulate concentration (TSP)", det vil si alle partikkelstørrelser.

I modellen har vi beregnet antall innbyggere pr. reseptorpunkt/bolig (3.6 innbyggere pr. bolig) basert på antatt antall innbyggere i prosjektområdet (ca. 16 000 innbyggere) dividert med antall reseptorpunkter/boliger i prosjektområdet. Vi har så beregnet utslipp av vedfyring for 14 arealkilder

<sup>6</sup> Ovner med gammel teknologi er produsert før 1998. Disse har lavere virkningsgrad, er mindre energieffektive og slipper ut mer svevestøv enn ovner med ny teknologi som ble produsert etter 1998, da kravet om rentbrennende teknologi kom.

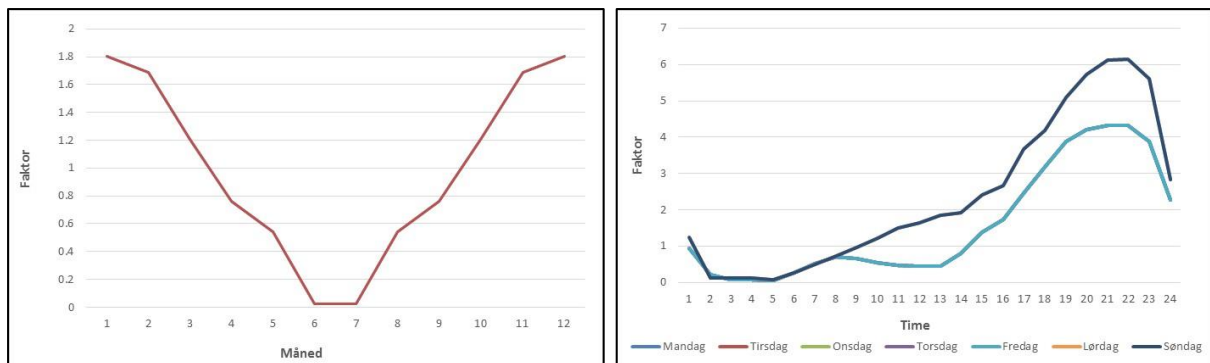
med forskjellige antall reseptorpunkter/boliger (se Figur 11). Det totale utslippet fra vedfyring er lik summen av utslippene fra disse 14 arealkildene og er lik 18.2 tonn/år for PM<sub>10</sub> og 1.2 tonn/år for NO<sub>x</sub>.



Figur 11: Oversikt over vedfyring slik det er lagt inn i spredningsmodellen (utsnitt fra AERMOD View). Utslipp av PM<sub>10</sub> og NO<sub>x</sub> er beregnet for 14 arealkilder (markert i rødt).

### 4.2.1 Tidsvariasjoner

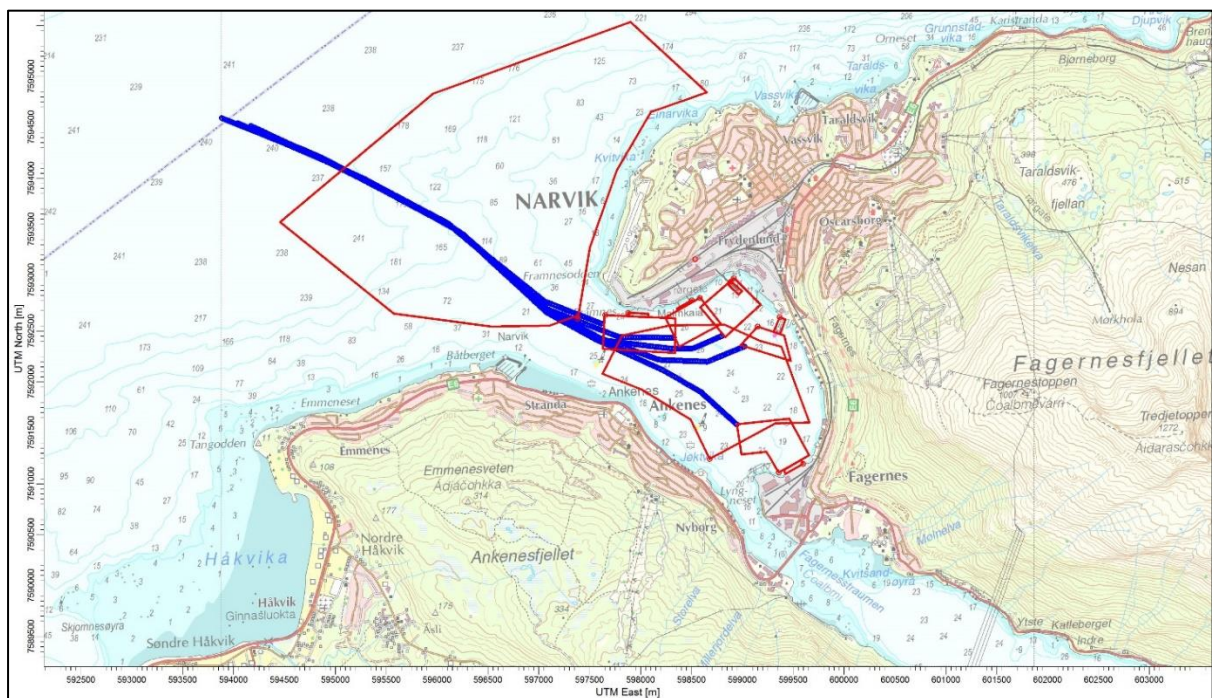
Det er lagt til døgnlig, ukentlig og årlig tidsvariasjon for vedfyring som tar utgangspunkt i at fyringssesongen starter i august og slutter i mai (se Figur 12). Tidsvariasjonen er basert på en tidligere beregning utført på oppdrag for kommunene Sarpsborg og Fredrikstad (COWI AS, 2015).



Figur 12: Tidsvariasjoner anvendt i beregningene basert på en vedfyringssesong som strekker seg fra august til mai. Til venstre: månedlig tidsvariasjon. Til høyre: times- og ukedagsvariasjon for eksempel måned januar (merk at tidsvariasjonene for mandag–fredag og lørdag–søndag er identiske; dermed vises kun to linjer i figuren til høyre). Gjennomsnittet av alle faktorene (inkludert samtlige måneder) er lik 1.

## 4.3 Skipstrafikk

For å beregne utslipp fra skipstrafikk er det benyttet en metodikk som tar utgangspunkt i AIS anløpsdata for Narvik Havn i 2017, tall for gjennomsnittlige skipsstørrelser og -hastigheter (Ricardo Energy & Environment, 2017) og relevante utslippsfaktorer (LRTAP, 2016). Utslippene er beregnet for fasene kailigge, manøvrering (begge behandlet som arealkilder) og seiling (behandlet som linjekilder) for bulkskip og containerskip (se Figur 13). I AIS anløpsdataene er det i mange tilfeller overlapp med hensyn til tidsbruken de ulike skipene bruker på kaiene. Dette gjelder også kaier hvor det kun er plass til ett skip av gangen (spesielt kai 5, lokalisert ved LKAB). Mer spesifikt medfører dette at utslippet fra kai 5 ved LKAB blir overestimert, men at totalutslippet er riktig. Ifølge beregningene bidro skipstrafikk i Narvik med utslipp av 5.0 tonn  $PM_{10}$  og 212.4 tonn  $NO_x$  i 2017.



Figur 13: Oversikt over skipstrafikk slik det er lagt inn i spredningsmodellen (utsnitt fra AERMOD View). Utslipp av  $PM_{10}$  og  $NO_x$  er beregnet for seiling (fem linjekilder representert ved blå linjer i havnen), manøvrering og kailigge (12 arealkilder representert ved røde bokser i havnen).

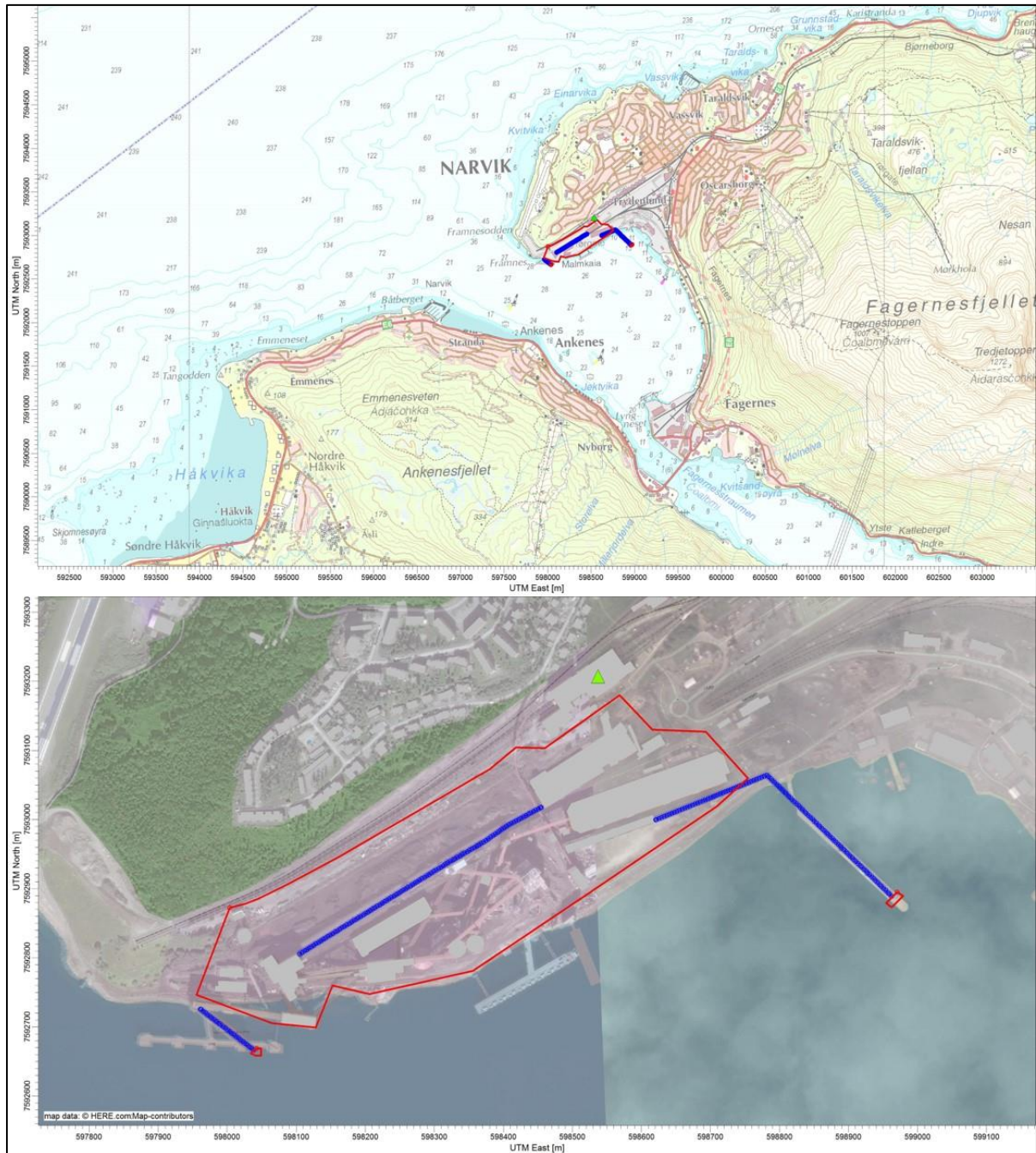
## 4.4 Industri

LKAB Norway AS er et utskipningsanlegg for jernmalm i Narvik og har bidratt med grunnlagsdata som mengder av jernmalm over transportbånd og til utskiping, samt tilgjengelig informasjon om forbrenningsanlegget (Tabell 5). Tallene gjelder for 2017. For transporten av jernmalm over de åpne transportbåndene og lessing på skipene har vi benyttet utslippsfaktorer fra databasen til AP-42 (1982). En veiledning til anvendelsen av disse utslippsfaktorene er gitt i (NDEP, 2017)

Tabell 5: Grunnlagsdata for utslipp fra transportbånd og lessing/lossing til beregning av utslipp fra LKAB i 2017.

	Utslippsfaktor (g/kg)		Total transport på åpent transportbånd/utskipping av jernmalm (tonn) (2017)
<b>PM<sub>10</sub> (jernmalm (finesprodukter))</b>	0.002	<b>Transportbånd</b>	700 000
<b>PM<sub>10</sub> (jernmalm)</b>	0.002	<b>Åpent transportbånd/lessing</b>	20 400 000
<b>PM<sub>10</sub> (dolomitt, kvartsitt og olivin)</b>	0.00055	<b>Transportbånd/lossing</b>	540 000

Figur 14 viser hele anlegget og hvordan kildene er behandlet i modellen. Den ene arealkilden som strekker seg over hele området (markert i rødt) representerer diffuse utslipp og inkluderer flere punktutslipp fra støvavsuganleggene med støvfilter i tillegg til andre uoppfangede utslipp gjennom for eksempel vinduer, dører, ventilasjonsåpninger eller lignende åpninger. Ytterligere to små arealkilder representerer lessing og lossing av jernmalm og olivin/kvartsitt/dolomitt på/av skipene. Linjekildene representerer transport av jernmalm og olivin/kvartsitt/dolomitt over åpne transportbånd henholdsvis til og fra skipene. De resterende transportetappene går over lukkede transportbånd og har dermed ingen betydelige utslipp. Punktutslippet representerer utslipp fra forbrenningsanlegget. For sistnevnte var det nødvendig med informasjon om koordinater, pipehøyde og -diameter, gass-temperatur og -hastighet, samt utslipp. Anlegget hadde ifølge Norske utslipp og egne beregninger av utslipp fra punkt-, linje- og arealkildene et utslipp på 49.0 tonn PM<sub>10</sub> og 1.49 tonn NO<sub>x</sub> i 2017.



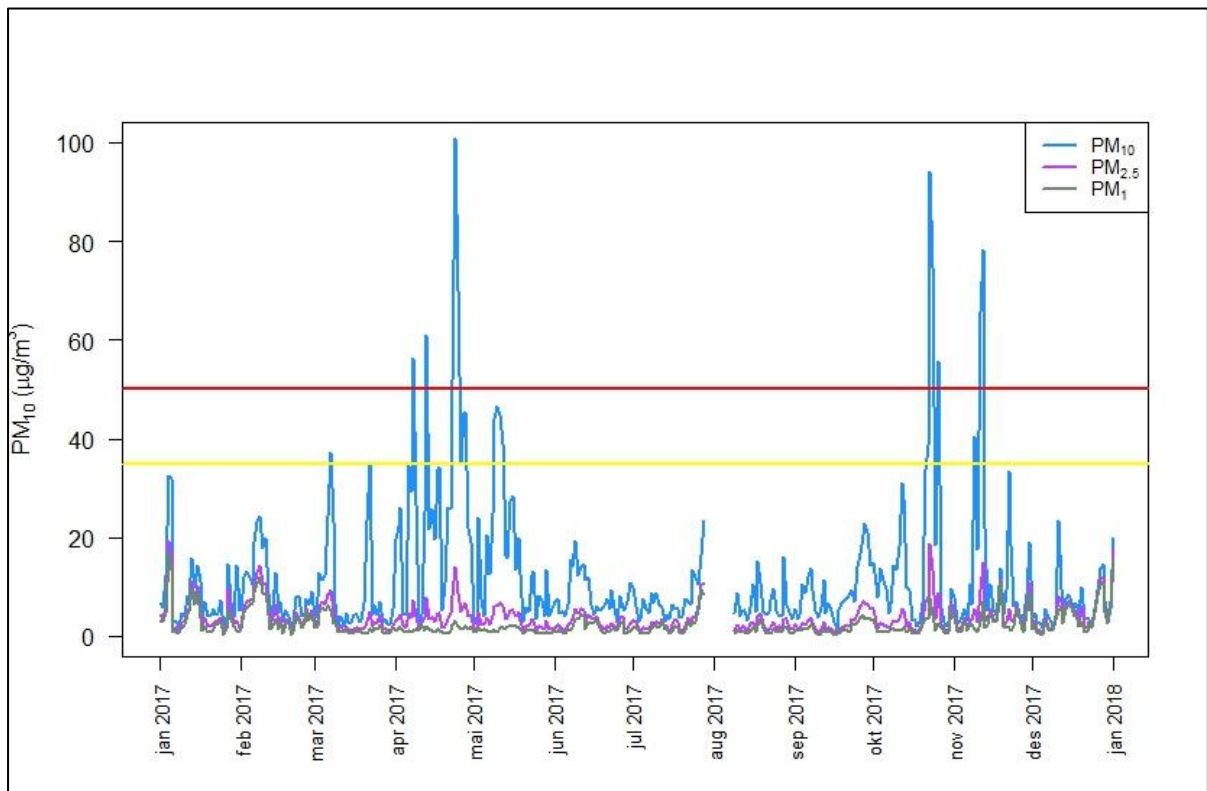
Figur 14: Øverst: Oversikt over LKAB sitt anlegg i Narvik (utsnitt fra AERMOD View). Nederst: Nærbilde av anlegget (utsnitt fra AERMOD View). I modellen er industrikilden behandlet som en kombinasjon av tre linjekilder (blå linjer), tre arealkilder (røde bokser) og én punktkilde (lysegrønn trekant).

## 5 Måleresultater i 2017

### 5.1 Tidsserier for svevestøv

Kontinuerlige målinger av  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$  startet opp i Narvik sentrum i Kongens gate i februar 2016. Figur 15 viser døgnmidlede konsentrasjoner av svevestøv fra stasjonen for 2017.

Resultatene viser en høyere andel  $PM_1$  (dvs.  $PM_1:PM_{10}$  ratio) i vintermånedene som kan forklares med boligoppvarming (olje- og vedfyring) i de kaldeste månedene. Rapporter utarbeidet av SINTEF Molab for Narvik kommune (SINTEF Molab, 2018) dokumenterer resultatene i henhold til de nasjonale grenseverdiene i Tabell 2.

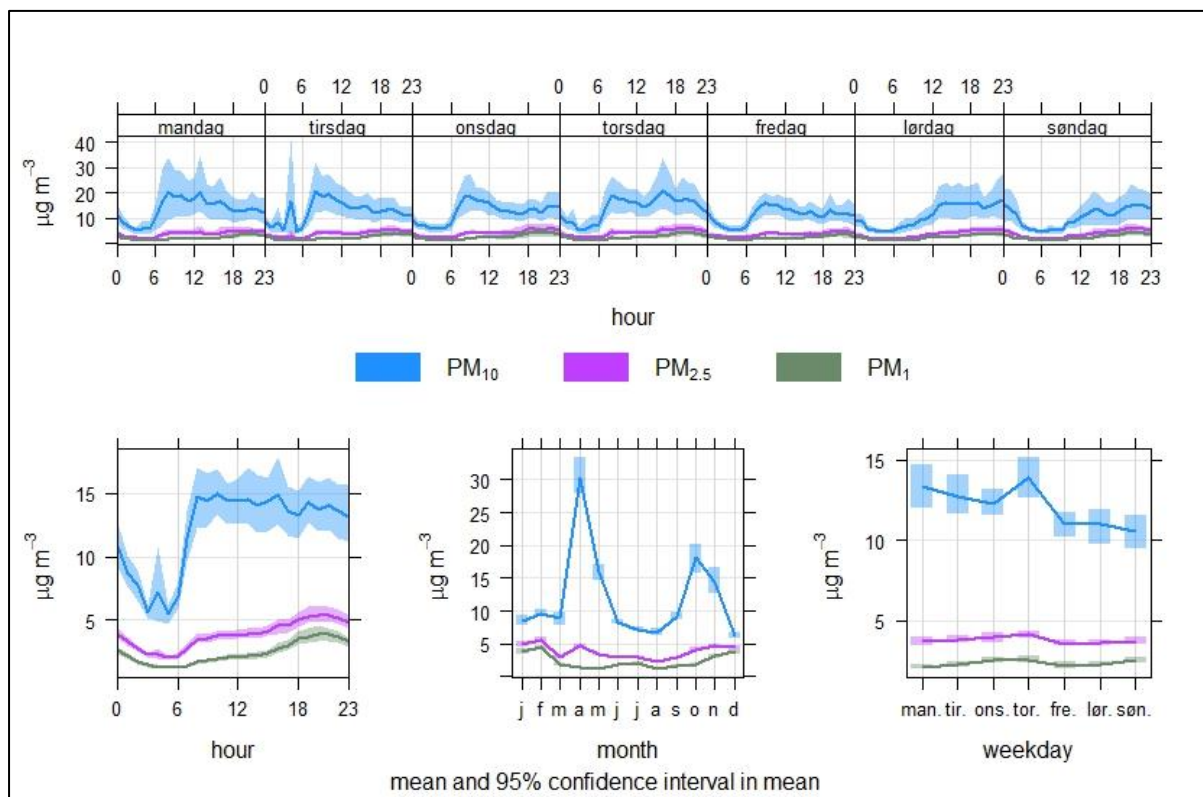


Figur 15: Døgnmidlede konsentrasjoner av  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$  fra målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum i 2017. Gul og rød horisontale linjer markerer henholdsvis  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for å visualisere antall overskridelser i henhold til T-1520 (se Tabell 2).

### 5.2 Tidsvariasjoner

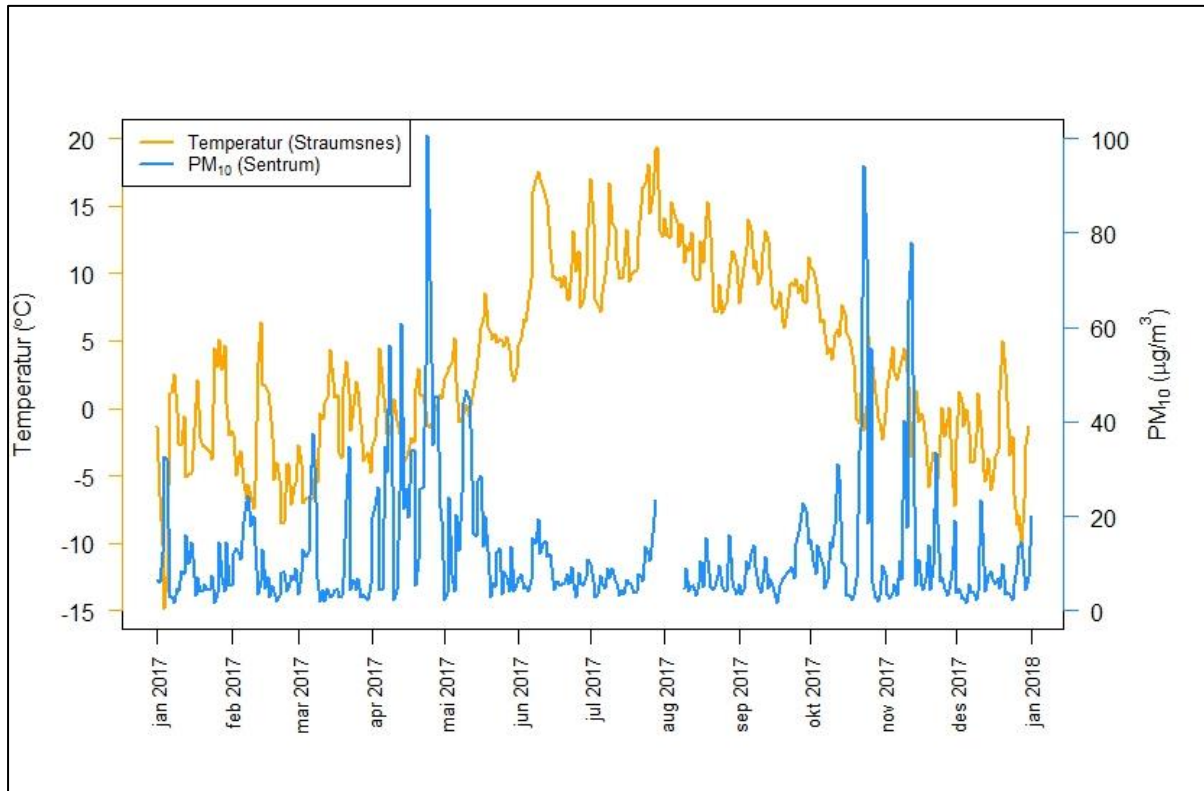
De døgnlige, ukentlige og månedlige variasjonene av PM-konsentrasjonene vist i Figur 16 er typiske for en veinær målestasjon, da  $PM_{10}$ -konsentrasjonen øker med økt trafikkmengde på arbeidsdager og -timer. De høye konsentrasjonene av  $PM_{10}$  i april skyldes økt veislitasje på grunn av piggdekkbruk i tillegg til at støvdepotet som har bygget seg opp iløpet av vinteren virvles opp etter at snøen har smeltet og veibanene er tørre. Det er også høye  $PM_{10}$ -konsentrasjoner for månedene oktober og november, noe som kan skyldes oppstart av piggdekksesongen når det ennå ikke har kommet tilstrekkelig snødekke på veibaner og -skuldre. Dette bekreftes langt på vei i Figur 17 og

Figur 18, da det var forholdsvis høye temperaturer<sup>7</sup> kombinert med lite nedbør, spesielt i starten av oktober 2017.

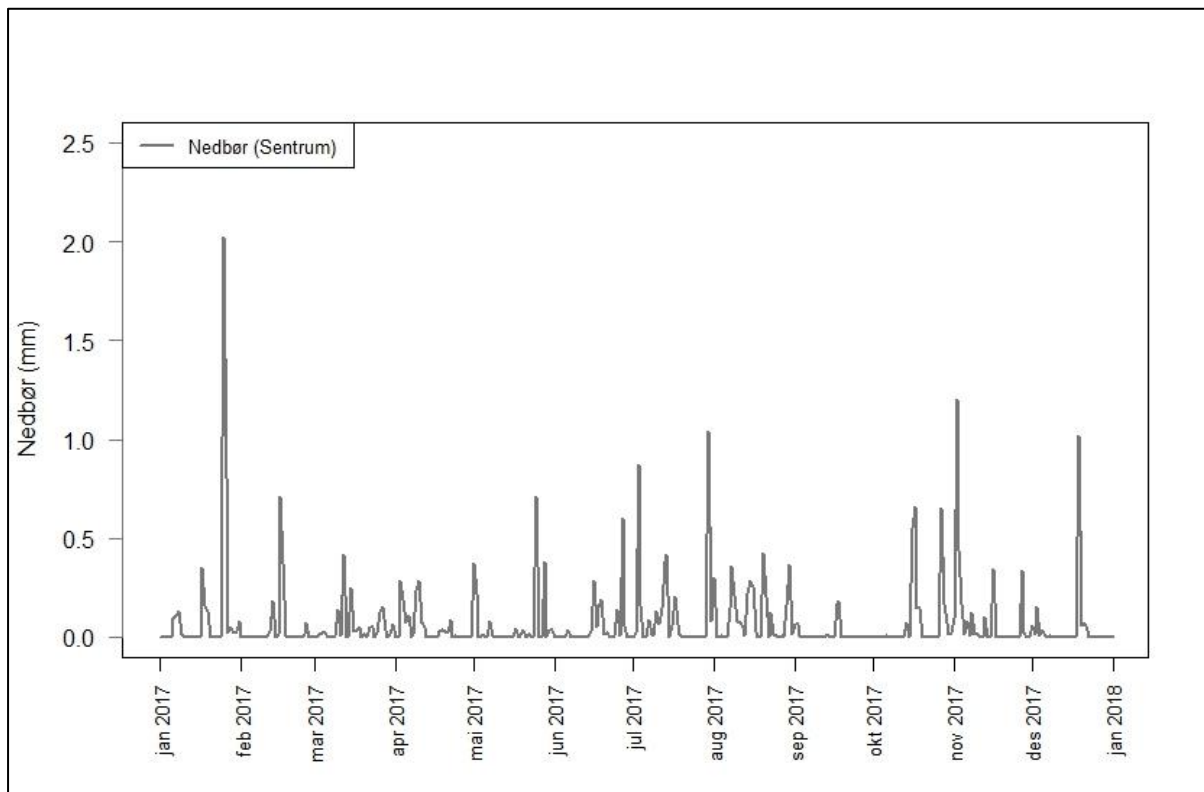


Figur 16: Døgnlige, ukentlige og månedlige variasjoner i  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$  fra målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.

<sup>7</sup> Temperaturdata for 2017 er hentet fra Straumnes værstasjon (200 m.o.h.), lokalisert ca. 10 km fra målestasjonen i Narvik sentrum. Merk at høydeforskjellen og avstanden mellom stasjonene gjør at temperaturdataene kun bør tolkes som en indikasjon på den faktiske temperaturen i Narvik sentrum.



Figur 17: Døgnmidlet temperatur ved Straumnes værstasjon (gul linje) og døgnmidlet konsentrasjon av PM<sub>10</sub> fra målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.

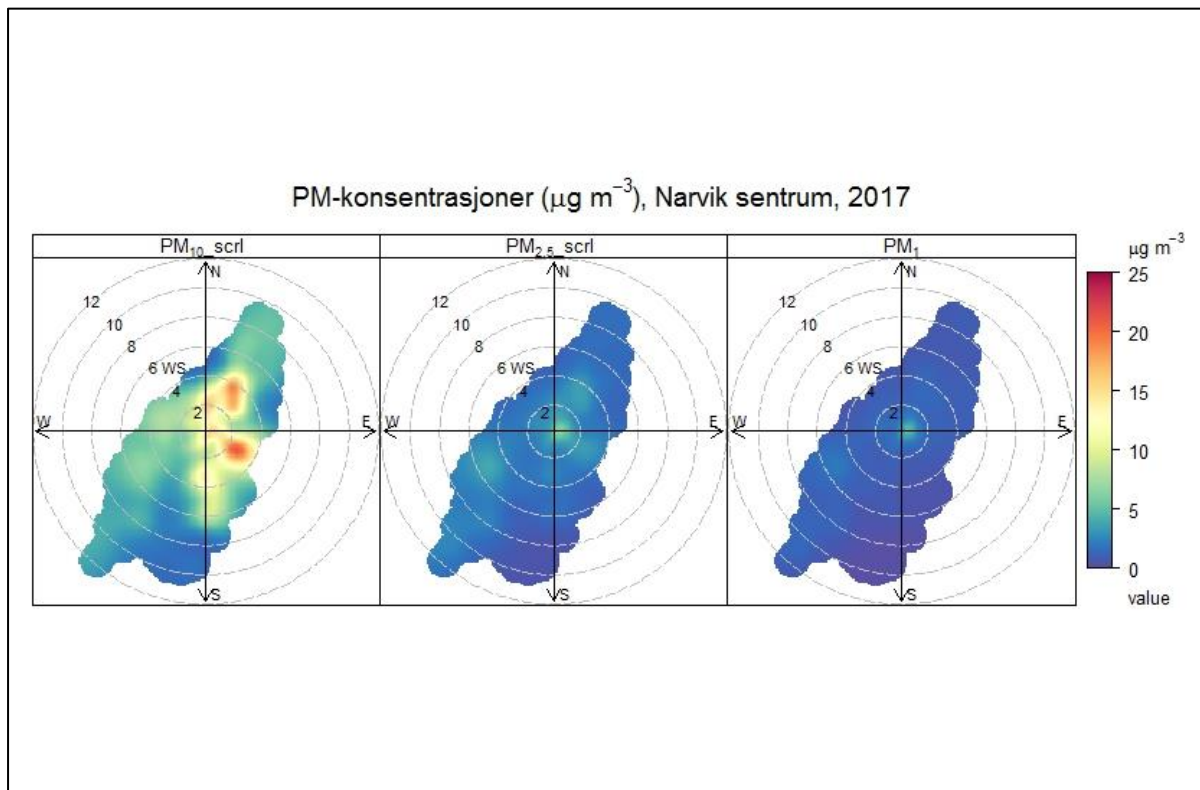


Figur 18: Døgnmidlele verdier av nedbør fra målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.



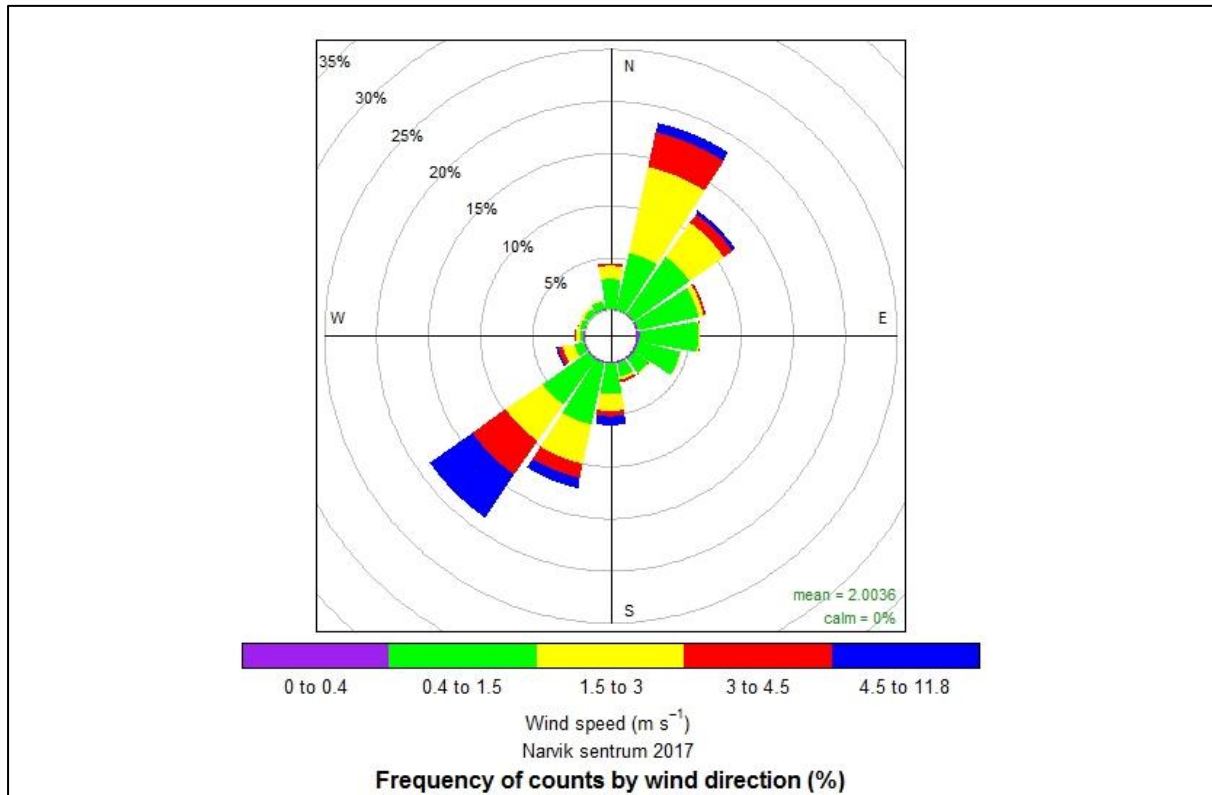
### 5.3 Polar plot og vindrose

"Polar plots" benytter meteorologiske data (vindretning og -hastighet) i sammenheng med måledata. Slike plott avdekker fra hvilken retning luftforurensningen kommer, slik at det er mulig å avdekke ulike forurensningskilder i forhold til plasseringen av målestasjonen (Figur 19).  $PM_{10}$  (og delvis  $PM_{2.5}$ ) resultater viser som forventet at de høyeste konsentrasjoner kommer fra østsiden av målestasjonsområdet, hvor E6 er lokalisert. Vindrosen<sup>8</sup> for samme periode viser også at det er forholdsvis stor hyppighet av vind fra nordøstlige retninger (Figur 20).



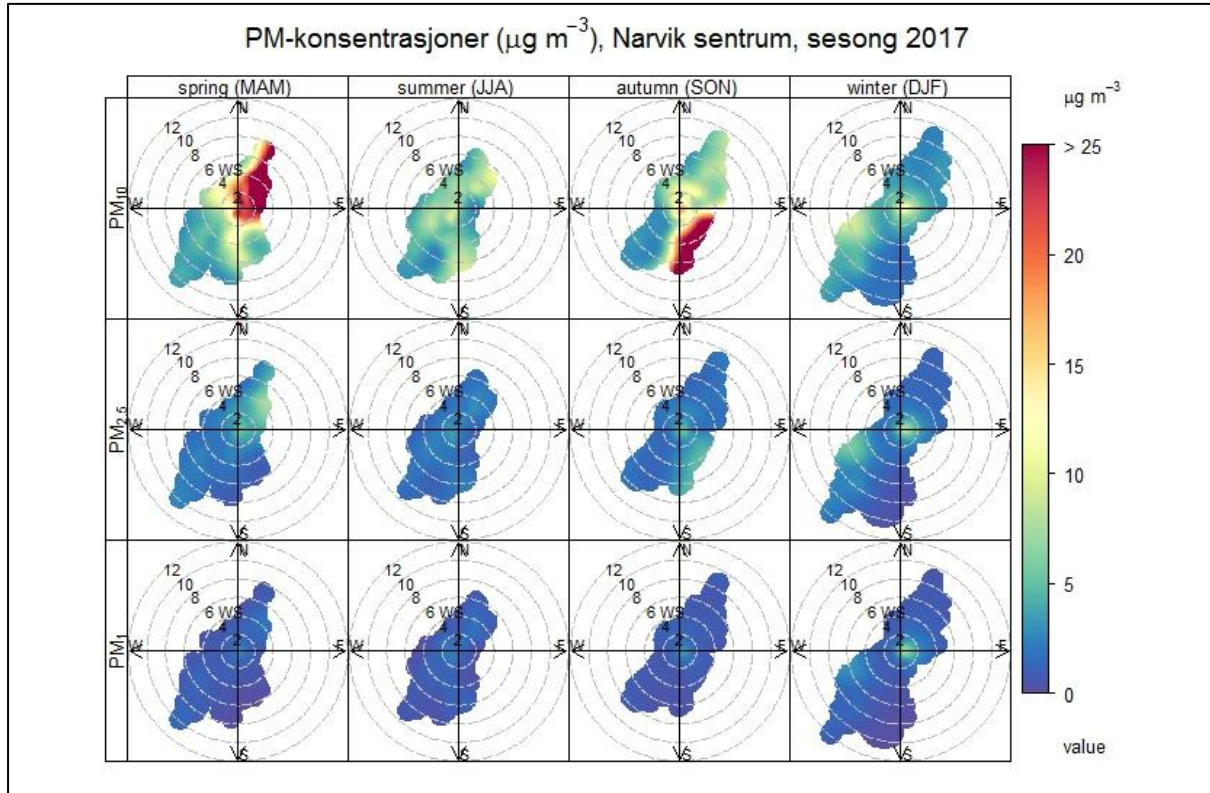
Figur 19: Polar plots for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$  for målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.

<sup>8</sup> Vindrosen for målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum (Figur 20) er ganske ulik vindrosen generert ut fra meteorologimodellen benyttet i spredningsmodellen (se kapittel 3.1.3 og Figur 3). Dette skyldes at de tar utgangspunkt i ulike plasseringer/koordinater og dermed påvirkes ulikt av topografi og landskap.

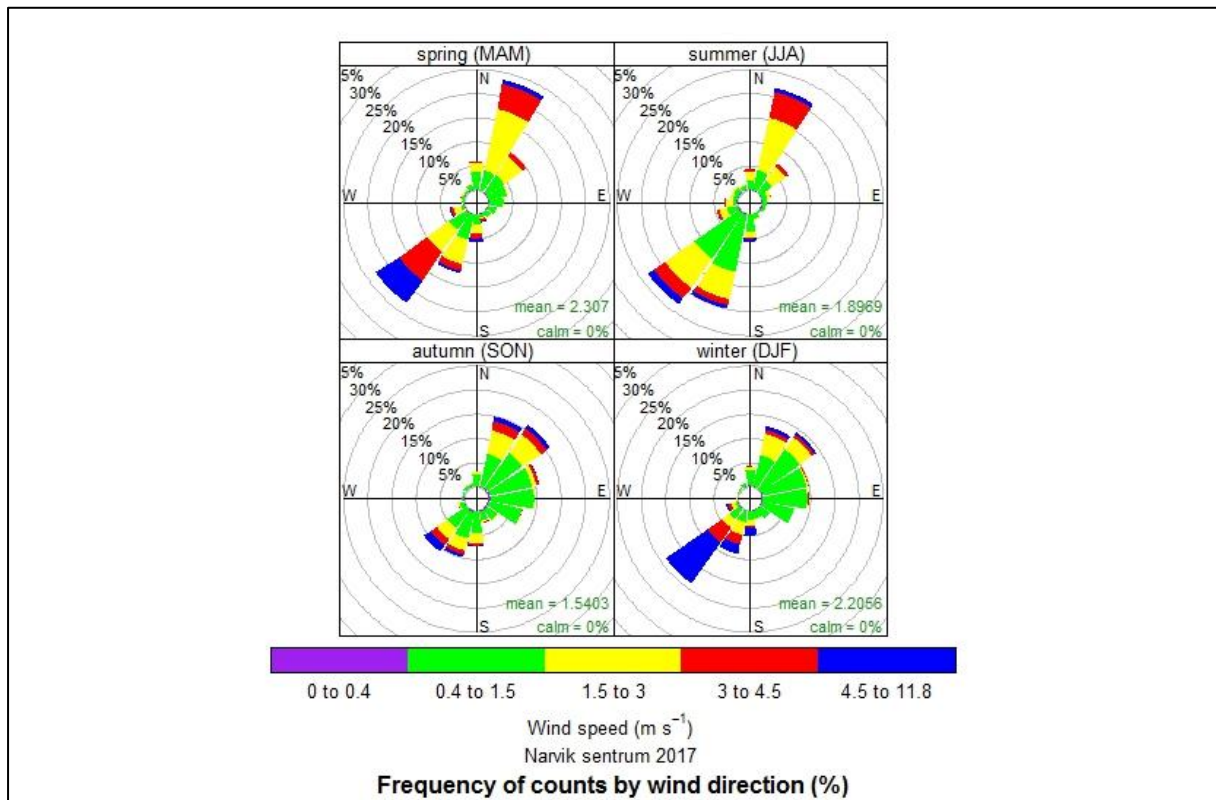


Figur 20: Vindrose for målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.

Polar plot og vindroser fordelt på sesong er vist i henholdsvis Figur 21 og Figur 22. Plottene viser at høye konsentrasjoner av småpartikler ( $\text{PM}_{10}$  og delvis  $\text{PM}_{2.5}$ ) i vintermånedene primært oppstår når det er vindstille ( $< 2 \text{ m/s}$ ). Som nevnt i kapittel 5.1 kan dette forklares med boligoppvarming i perioder med lite utveksling av luft i byen som er typisk ved en meteorologisk inversjon. De høye  $\text{PM}_{10}$ -konsentrasjonene som oppstår i løpet av våren og høsten kommer fra øst og skyldes mest sannsynlig oppvirvling av veistøv fra E6, som forklart i kapittel 5.2.



Figur 21: Polar plots fordelt på sesong for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  og  $PM_1$  for målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.



Figur 22: Vindrose fordelt på sesong for målestasjonen i Kongens gate, Narvik sentrum, i 2017.

## 6 Forutsetninger og usikkerheter

Det vil alltid være usikkerhet knyttet til beregninger av luftkvalitet. Dette kapitlet sammenfatter de største usikkerhetene og forutsetningene knyttet til beregning av utslipp til luft fra veitrafikk, vedfyring, skipstrafikk og industri.

### 6.1 Forutsetninger og usikkerheter: veitrafikk

Følgende forutsetninger i modellering av utslipp fra veitrafikk bidrar til noe usikkerhet i resultatene:

- > Det kan være en viss dobbel-beregning av utslipp da bakgrunnskonsentrasjonene brukt i spredningsberegningene også til en viss grad inkluderer trafikkutslipp.
- > Det er forutsatt at NO<sub>x</sub>-utslipp er konvertert til NO<sub>2</sub> basert på O<sub>3</sub>-konsentrasjoner (OLM-metoden i AERMOD).
- > Det er forutsatt at alle PM-(partikkel-)utslipp foreligger som PM<sub>10</sub>.
- > Det er tatt utgangspunkt i trafikkdata for E6 gjennom Narvik sentrum for å estimere variasjoner i utslipp gjennom døgn, uke og år.
- > Beregningene er basert på kjøretøysammensetning fra 2016 og utslippsfaktorer for 2017.
- > Det er forutsatt at utslippene fra tunnelmunningene fordeles 80%/20% på nordsiden/sørsiden av Fagernestunnelen.

### 6.2 Forutsetninger og usikkerheter: vedfyring

Følgende forutsetninger i modellering av utslipp fra vedfyring bidrar til noe usikkerhet i resultatene:

- > Det er forutsatt at alle PM-(partikkel-)utslipp foreligger som PM<sub>10</sub>.
- > Da vedforbruk ikke var tilgjengelig på kommune-/bynivå, er tall for Nordland fylke for 2016 benyttet for å beregne utslippene.
- > Fordeling av ovner med gammel og ny teknologi er basert på tall for Nordland fylke i 2016, da tall for Narvik kommune ikke var tilgjengelig.
- > Tallet for antall innbyggere i prosjektområdet (ca. 16 000) er estimert ut fra tilgjengelig informasjon om antall innbyggere i Narvik by pr. 1. januar 2017 (14 261).
- > For å estimere variasjoner i utslipp gjennom døgn, uke og år, er det tatt utgangspunkt i at vedfyringssesongen starter i august og slutter i mai, kombinert med en tidligere beregning for kommunene Sarpsborg og Fredrikstad (COWI AS, 2015).
- > Lik pipehøyde (10 m) er benyttet for alle vedfyringskildene.

### 6.3 Forutsetninger og usikkerheter: skipstrafikk

Følgende forutsetninger i modellering av utslipp fra skipstrafikk bidrar til noe usikkerhet i resultatene:

- > Det er forutsatt at alle PM-(partikkel-)utslipp foreligger som PM<sub>10</sub>.
- > Overlappet som vises i AIS anløpsdataene med hensyn til tidsbruken ulike skip bruker for kai-ligge, manøvrering og seiling representerer den største usikkerheten i forhold til enkeltutslipp fra de tre aktivitetene. Spesielt innebærer dette en overestimering av utslippet fra kai 5 ved LKAB.

- > Skipstrafikk i Narvik Havn er fordelt i to størrelser/kategorier, representert ved tørrlasteskip og containerskip, med gjennomsnittlige tall for utslippsfaktorer, hastighet og lengde.
- > Utslippsfaktorene benyttet i beregningene er ikke oppdatert på 10 år noe som kan medføre at utslippene er noe overestimert i forhold til dagens situasjon.
- > Tidsvariasjoner er ikke inkludert i beregningen av utslipp fra skipstrafikk.
- > Pipehøyde for alle skipene er estimert til 20 m.
- > Det er ikke tatt hensyn til utslipp fra besøkende cruiseskip.

## 6.4 Forutsetninger og usikkerheter: industri

Følgende forutsetninger i modellering av utslipp fra industri (LKAB) bidrar til noe usikkerhet i resultatene:

- > Det er forutsatt at alle PM-(partikkel-)utslipp foreligger som PM<sub>10</sub>.
- > Den største kilden til usikkerhet er behandlingen av diffuse utslipp (uoppfangede utslipp som slippes ut til det ytre miljø gjennom vinduer, dører, ventilasjonsåpninger eller lignende åpninger (Lovdata, u.d.)). I modellen er disse behandlet som arealkilder.
- > Det er antatt at utslippsfaktorene som gjelder for "Material handling and transfer – all minerals except bauxite" (AP-42, 1982) gjelder for utslipp fra jernmalmprodukter på åpne transportbånd og lessing/lossing av jernmalm og tilsatsprodukter.
- > Oppvirvling fra malmvogner på vei inn til LKAB-anlegget eller oppvirvling som resultat av vekselvirkning mellom togskiner og togbanen er ikke inkludert på grunn av manglende grunnlagsdata.
- > Det er antatt typiske verdier for pipediameter (1 m) og røykgasshastighet (5 m/s), da nøyaktige verdier for forbrenningsanlegget ikke var tilgjengelig.

## 7 Referanser

- AP-42. (1982). *Fifth Edition, Volume I, Chapter 11.24: Metallic Minerals Processing*. AP-42: Compilation of Air Emission Factors - EPA.
- APEF. (u.d.). *Air Pollution Emission Factor Library*. Hentet fra <http://www.apef-library.fi/>
- COWI AS. (2015). *Luftsonekart for Nedreglomma region. Fredrikstad og Sarpsborg kommuner*.
- COWI AS. (2018). *Luftsonekart for Narvik kommune. Delrapport II: Resultater og analyse av luftsonekart*. Oppdragsnr. A104154.
- FHI et al. (2007). *Helseeffekter av luftforurensning i byer og tettsteder i Norge*. Folkehelseinstituttet, Transportøkonomisk institutt, Statens forurensningstilsyn. TA-2251/2007.
- HBEFA. (u.d.). *The Handbook Emission Factors for Road Transport, INFRAS*. Hentet fra <http://www.hbefa.net/e/index.html>
- Lakes. (2014). *AERMOD View*. Hentet fra <http://www.weblakes.com/products/aermod/index.html>
- Lakes. (2015). *Lakes Environmental - WRPLOT*. Hentet fra <http://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>
- Lovdata. (u.d.). *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). Del 3. Lokal luftkvalitet. Kapittel 7. Lokal luftkvalitet*. Hentet fra [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL\\_3-1#KAPITTEL\\_3-1](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_3-1#KAPITTEL_3-1)
- Lovdata. (u.d.). *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften.). Del 3. Lokal luftkvalitet. Kapittel 9. Begrensning av utslipp av flyktige organiske forbindelser (VOC) forårsaket av bruk av organiske løsemidler*. Hentet fra [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL\\_3-3#KAPITTEL\\_3-3](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_3-3#KAPITTEL_3-3)
- LRTAP. (2016). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016*. LRTAP, EEA.
- Miljødirektoratet. (2012). *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*.
- ModLUFT. (u.d.). *Luftkvalitet.info - ModLUFT*. Hentet fra Teori for luftspredning i tunneler: [http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Kildebidrag/Tunneler/tunnel\\_apps/tunnel\\_spredning.aspx](http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Kildebidrag/Tunneler/tunnel_apps/tunnel_spredning.aspx)
- ModLUFT. (u.d.). *ModLUFT. Nasjonalt informasjonssenter for modellering av luftkvalitet*. Hentet fra <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/ModLUFT.aspx>
- ModLUFT. (u.d.). *ModLUFT. Nasjonalt informasjonssenter for modellering av luftkvalitet. Bakgrunnsapplikasjonen*. Hentet fra <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Inngangsdata/Bakgrunnskonsentrasjoner/BAKGRUNNproj.aspx>
- Narvik kommune. (2018). Kommunikasjon med Trond Solberg/Tommy Andersen.
- NDEP. (2017). *Guidance on Emission Factors for the Mining Industry*. Nevada Division on Environmental Protection (NDEP).
- NVDB. (u.d.). *Nasjonal vegdatabank*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3>
- OFV. (2017). *Opplysningsrådet for Veitrafikken (OFV). Kjøretøystatistikk 2016*. <http://www.ofvas.no/publikasjoner/category390.html>.
- OpenStreetMap. (u.d.). *OpenStreetMap*. Hentet fra <http://www.openstreetmap.org/export>
- Ricardo Energy & Environment. (2017). *A review of the NAEI shipping emissions methodology. Final report*. Ricardo Energy & Environment. Issue Number 5.
- SINTEF. (2013). *Particle emission factors from wood stove firing in Norway. "BLACKOut" - SINTEF Energy Research AS*. SINTEF; Report no. TR A7306.
- SINTEF Molab. (2018). *ÅRSRAPPORT. Luftovervåkingsprogram Narvik kommune 2017*. SINTEF Molab AS for Narvik kommune.
- SSB. (2001). *Utslipp til luft fra vedfyring i Norge. Utslippsfaktorer, ildstedbestand og fyringsvaner*. Statistisk sentralbyrå; Haakonsen, G. og Kvingedal, E. 2001/36.

- SSB. (2016). *Produksjon og forbruk av energi, energibalanse. Energibalansen. Vedforbruk i boliger etter region, fyringsteknologi, statistikkvariabel og år*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/09703/tableViewLayout1/?rxid=c4c16566-f071-4a19-ae80-0b115c3515c6>
- Statens Kartverk. (u.d.). *DTM Terrengmodell - land*. Hentet fra <http://data.kartverket.no/download/content/digital-terrengmodell-10-m-utm-32>
- Statens Kartverk. (u.d.). *N50 Raster, tile-inndelt*. Hentet fra <http://data.kartverket.no/download/content/n50-raster-utm-33-tile-inndelt-hele-landet-tiff>
- SVV Region nord. (2018). Kommunikasjon med Ingrid Hjelle.
- USEPA. (2005a). *AERMOD: Description of Model Formulation*. [http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod\\_mfd.pdf](http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod_mfd.pdf).
- USEPA. (2005b). *AERMOD: Addendum to the AERMOD Model Formulation Document*. [http://www.epa.gov/scram001/models/aermod/ARM2\\_Development\\_and\\_Evaluation\\_Report-September\\_20\\_2013.pdf](http://www.epa.gov/scram001/models/aermod/ARM2_Development_and_Evaluation_Report-September_20_2013.pdf).
- USEPA. (2012). *Ambient Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO2 Modeling Development and Evaluation Report*. [http://www2.epa.gov/scram001/models/aermod/ARM2\\_Development\\_and\\_Evaluation\\_Report-September\\_20\\_2013.pdf](http://www2.epa.gov/scram001/models/aermod/ARM2_Development_and_Evaluation_Report-September_20_2013.pdf).
- Vegdirektoratet. (2014). *Håndbok N500: Vegtunneler*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- WRF. (2018). *The Weather Research and Forecasting (WRF) Model*. <http://www2.mmm.ucar.edu/mm5/>.