
Bedre byluft

Endringer i 2014 og forskningsresultater av prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2013-2014

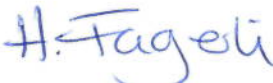

Bruce Rolstad Denby 1), Ingrid Sundvor 2), Jakob S¸uld 1), Arne Kristensen 1) og Islen Vallejo Henao 2) og Sam Erik Walker 2)



1) Meteorologisk institutt

2) Norsk institutt for luftforskning

Tittel Bedre byluft - Endringer i 2014 og forskningsresultater av prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2013-2014	Dato 22. des. 2014
Seksjon Avdeling Klimamodellering og Luftforurensning	Report nr. 8/2015
Forfattere Bruce Rolstad Denby, Ingrid Sundvor ^{*)} , Jakob Suld, Arne Kristensen, Islen Vallejo Henao ^{*)} , Sam Erik Walker ^{*)} ^{*)} Norsk institutt for luftforskning	Klassifikasjon <input checked="" type="checkbox"/> Free <input type="checkbox"/> Restricted
	ISSN 1503-8025
	e-ISSN 1503-8025
Oppdragsgiver Statens Vegvesen	
Sammendrag Prosjektet Bedre byluft varsler luftkvalitet i norske byer vinterstid. Prosjektet ledes av Meteorologisk institutt pa oppdrag fra Statens Vegvesen, Vegdirektoratet og utfores i et samarbeid mellom Meteorologisk institutt og Norsk institutt for luftforskning.	
Nokkelord varsling av lokal luftkvalitet, spredningsmodell for luftkvalitet, numerisk vervarsling, observasjoner, evaluering, atmosferens grenselag, visualisering	

Disiplinary signature  Hilde Fagerli	Responsible signature  Øystein Hov
--	---

Innhold

1. Innledning.....	5
2. Oppsummering fra evalueringen av vinteren 2013 – 2014	5
2.1. Evaluering av prognosene fra atmosfæremodellen	5
2.2. Evaluering av luftkvalitetsprognosene	6
3. Utvikling av varslingsystemet i løpet av 2014.....	6
3.1. Developments in the Harmonie modelling system	6
3.3.1. AROME model developments	6
3.2. Developments in the Harmonie modelling system	7
3.3.2. Implementation of new data formatting	7
3.3.3. New interface between Harmonie system and EPISODE	7
3.3.4. Changes in regions and cities	8
3.3.5. New meteograms	9
3.3.6. Summary of AROME 2.5 km and 1 km calculations for November 2014	11
3.4. NORTRIP	12
3.4.1. Model updates	12
3.4.2. Input data availability	12
3.4.3. Data flow and implementation	14
3.4.4. Conversion to multi-road version (Fortran).....	15
3.5. AirQUIS	15
3.5.1. Endringer i 2014.....	16
3.5.2. Utslippsvurderinger	16
3.6. Forbedring av EPISODE modellresultat ved bruk av biaskorreksjon og dataassimilasjon... 18	
4. Oppsummering og anbefaling for videre utvikling	20
4.1. Inkludere nye områder i AirQUIS-prognosene	20
4.2. Ny versjon av AROME og ett domene.....	20
4.3. Videre implementering av NORTRIP	20
4.4. Synlighet for publikum.....	20
4.5. Økt brukervennlighet for varslerne og ny portal	21
4.6. Arbeid med muligheter for postprosessering.....	21
4.7. Gjennomgang og endringer av utslippene for enkelte byer.....	21
4.8. Forbedringer av evalueringsprosedyrene.....	22
5. Referanser.....	22
Appendix	23

A1. User manual for the operation of the urban air pollution forecasting system.....	23
A1.1. Directory structure.....	23
A1.2 Data input and output	23
A1.3. Logs	24
A1.4 Restarting a forecast	24

1. Innledning

Prosjektet Bedre byluft utføres av Meteorologisk institutt (MET) og Norsk institutt for luftforskning (NILU) i samarbeid, og ledes av Meteorologisk institutt med økonomisk bidrag fra Statens Vegvesen, Vegdirektoratet.

I prosjektet Bedre byluft lages det daglige varsler for luftkvaliteten i 13 norske byer. Varslene distribueres til publikum gjennom lokale aviser og radiosendinger, internett (www.luftkvalitet.info), epost og tekstmeldinger. Varslene baserer seg på målinger av luftkvaliteten i byene og detaljerte værprognoser fra numeriske værvarslingsmodeller og, for 8 av byene, spredningsberegninger på grunnlag av utslippsdata og værprognoser. Varslene overvåkes manuelt og kvalitetssikres av personell ved Meteorologisk institutt og kommunale etater.

Varslene til publikum lages av Meteorologisk institutt (Værvarslingsavdelingen i Oslo: Sarpsborg/Fredrikstad, Bærum, Grenland, Kristiansand og Lillehammer; Værvarslinga på Vestlandet: Stavanger/Sandnes, Bergen og Trondheim, og Værvarslinga for Nord-Norge: Tromsø), avdeling for miljørettet helsevern i Drammen kommune og av Bymiljøetaten i Oslo kommune.

Modellsystemet som beregner bakgrunnen for varslene er installert på Meteorologisk institutt. Der kjøres modellene under overvåking av døgnoperativt IT-personell. Det benyttes AirQUIS (Air Quality Information System) med 1 x 1 km gitteropløsning for beregning av luftkvalitet. Meteorologiske data er basert på den numeriske værvarslingsmodellen Harmonie med 1 km gridnett.

Denne rapporten beskriver endringer i prosjektet i 2014, forskningsresultater og forslag til videre forbedringer og forskningsområder. Kapittel 2 inneholder de viktigste resultatene fra evalueringsrapporten for vintersesongen 2013-2014. Kapittel 3 beskriver endringer i varslingssystemet i løpet av 2014 samt forskningsresultater. I kapittel 4 gjøres det en oppsummering og basert på disse er det lagt frem anbefalinger for videre utvikling i den hensikt å forbedre både prognosene og varslene.

2. Oppsummering fra evalueringen av vinteren 2013 – 2014

I de to følgende avsnittene gjengis oppsummeringen fra evalueringsrapporten for varslingssesongen 2013 – 2014. Leseren henvises til evalueringsrapporten (Denby et al., 2014) for en mer detaljert gjennomgang av kvaliteten av Bedre byluft prognosene for de ulike byene.

2.1. Evaluering av prognosene fra atmosfæremodellen

For vintersesongen 2013-2014 leverte værvarslingsmodellen HARMONIE på 1km ('Harmonie1') oppløsning værddata til spredningsmodellen EPISODE. Samme Harmonie1 modellversjon som ble brukt i vintersesongen 2012-2013 ble også brukt i 2013-2014. Resultatene fra sistnevnte sesong er derfor sammenlignbare med vintersesongen 2012-2013. Man kunne f.eks. se om modellversjonens varsling av vind og temperatur hadde andre utfordringer for en forholdsvis varm vinter med mye nedbør og perioder med meget sterk vind sammenlignet med en til dels kjølig og tørr 2012-2013 vintersesong.

Feilen i vindstyrke- og temperaturprognosene fra Harmonie1 for dag 1 og dag 2 viste ganske like resultater som forrige vintersesong. Det var variasjon i vindprognosene for de ulike byene på bakgrunn av de få stasjonene som representerer hver by. For vinteren 2013-2014 var det Grenland som hadde lavest bias på 0.7 m/s for vindprognosene tett fulgt av Oslo og Bergen med bias omkring 1.3 m/s. Drammen og Stavanger hadde ganske lik bias på 1.85 m/s. På stasjonen Voll i Trondheim var det fortsatt en sterk overestimering av vind med bias 4.8 m/s mer eller mindre i samsvar med resultater fra vintersesongen før. For stasjonen Voll i Trondheim ble det påvist en vindstyrke som var nesten dobbelt så stor i Harmonie1 som i AROME-N2.5. Også på Sola overestimerte generelt Harmonie1 vinden mer enn i AROME-N2.5. I Drammen var feilen i vindstyrke dobbelt så stor på Konnerud i forhold til på Berskog.

For temperatur så man også en variasjon for byene. I Drammen og Stavanger hadde Harmonie1 lavest bias på ca. 0.25°C, mens i Bergen, Oslo og Grenland var det en litt større negativ bias på nærmere 0.3°C, men igjen var den største negative bias, 0.85°C, på stasjonen Voll i Trondheim. Tidsseriene for temperatur var ikke tatt med i rapporten ettersom temperaturprognosene generelt er av god kvalitet og på grunn av at det er vind som har størst innvirkning på luftkvalitetsberegningene. Men fra tidsseriene for temperatur ble det nevnt at på Voll underestimerte både Harmonie1 og AROME-N2.5 like mye og mest når det var varmt. På Florida i Bergen hadde Harmonie1 fortsatt svakere døgnlig variasjon enn AROME-N2.5, men hadde tendens til å underestimere mindre enn AROME-N2.5 ved lave temperaturer. Også på Berskog i Drammen underestimerte Harmonie1 mindre enn AROME-N2.5 når det var kaldt, og på Konnerud var temperaturene fra Harmonie1 fortsatt høye om natten, men ellers i samsvar med AROME-N2.5.

2.2. Evaluering av luftkvalitetsprognosene

Generelt viste evalueringen av luftkvalitetsprognosene for sesongen 2013-2014 at prognosekvaliteten gjennomgående var god. Spesielt var det godt samsvar mellom prognoser og observasjoner av NO₂ for de fleste byene. For svevestøv var kvaliteten noe dårligere, trolig grunnet større usikkerheter i utslippsestimatene for vedfyringen og ikke minst veistøvoppvirvlingen. Dette understreker behovet for en kontinuerlig oppdatering av utslippsoversiktene, og innføring av en forbedret veistøvmodell. Forberedende arbeid med sikte på å implementere en prosessbasert veistøvmodell er igangsatt.

Selv om prognosekvaliteten var lavere for svevestøv enn for NO₂, ble det understreket at PM-prognosene likevel kan nyttiggjøres i varslingsammenheng. Sammen med bruk av tilgjengelig tilleggsinformasjon, som f.eks. informasjon om tid og sted for planlagte støvdempende tiltak, tilgang på subjektiv tolkning av de meteorologiske prognosene fra vakthavende meteorolog, lokalkunnskap om snø/is-forhold langs hovedveinettet, og tilgang til de siste dagens observasjonsnivå, vil en kunne bruke prognosene til å gi kvalifiserte varsler for de forventede svevestøvnivåene.

Evalueringsarbeidet viste også at kvaliteten holder seg gjennom hele prognoseperioden. Resultatene ble evaluert separat for "Dag 1"- og "Dag 2"-prognosene, og viste kun en svak endring (om noen) i de beregnede statistiske måltallene. Dette er viktig med tanke på bruk av prognosene i tiltaksøymed.

Evalueringsarbeidet viste at prognosekvaliteten var lavest i Grenland og Trondheim. For å bedre prognosene for disse byene er det trolig behov for en grundig gjennomgang av utslippsdataene og det øvrige modelloppsettet.

3. Utvikling av varslingsystemet i løpet av 2014

3.1. Developments in the Harmonie modelling system

The Harmonie meteorological forecasting system, based primarily on the AROME forecast model, is continuously being updated and improved as part of both Bedre Byluft and of the operational meteorological forecasting system at MET. For the Bedre Byluft season 2014-2015 a number of changes have been implemented to improve the physical parameterizations of the AROME model, to improve the numerical stability of the model (particularly in regard to the 1 km calculations), to improve the interface between the meteorological model and the air quality model (EPISODE) and to improve the products provided by the modeling system.

3.3.1. AROME model developments

Improvements in the AROME model itself prior to implementation for the 2014-2015 season include:

- The AROME model version has been upgraded from cycle 36 to cycle 38.
- Two methods to enable stable performance at 1km resolution have been tested: a new time stepping scheme and damping of high frequency signals (scale enhanced damping). The new time stepping scheme was implemented together with the model upgrade. Stable Extrapolating Two Time Level Scheme (SETTLS) have been changed to a Predictor-Corrector (PC) scheme.
- The model upgrade introduced new problems regarding assimilation on high resolution. These have been addressed and land surface assimilation is properly included in the 1 km calculations
- ECOCLIMAP is the database describing the land surface. ECOCLIMAP was upgraded from version 1 to version 2. This gives a more realistic description of the surface over Norway.

3.2. Developments in the Harmonie modelling system

3.3.2. Implementation of new data formatting

Starting in 2013 MET has progressively exchanged data formatting from MET's own formatting system, 'felt' files, to the more standardised and internationally applied 'netcdf' format. This change of file format has had significant impact in many areas of MET's activities. With the new file formatting type new routines for archiving, processing, analysing and visualising data have been implemented throughout MET. This also includes Bedre Byluft activities. The areas where file formatting has impacted in Bedre Byluft include:

1. Recoding of the post-processing routines that convert Harmonie GRIB file data to EPISODE netcdf field data
2. Recoding of routines in EPISODE for reading the new netcdf format
3. Recoding of the operational (SMS) system for Bedre Byluft calculations
4. Recoding of scripts for visualisation of meteorological data including maps, time series and vertical profiles (placed on the portal 'Kilden')
5. Implementation and testing of all these changes

The amount of time and effort required to achieve this was underestimated in the 2014 planning.

3.3.3. New interface between Harmonie system and EPISODE

Both MET and NILU have implemented netcdf formatting for exchange of data. New formatting routines and new parameters have been included in the data exchange from Harmonie to EPISODE. Some of these parameters are related to the further implementation of NORTRIP emission model. The list of model parameters is shown in Table 1.

Table 1. Model parameters extracted from AROME and interpolated to the EPISODE grid positions. Parameters may be provided at the 41 AROME model levels (ml) or at the 34 EPISODE model levels (epi). Both are currently provided for testing purposes. The forecast period is 54 hours starting at 01:00 UTC. 'Timing' indicates whether the original AROME data is instantaneous (I) or accumulated (A). Timing of data provided to EPISODE is either instantaneous or accumulated/average over the last hour. 'Use' indicates what the parameter is used for and includes testing (T), EPISODE calculations (E), NORTRIP calculations (N), for interest (I) or is unknown (?). The availability of the parameters in the operational forecasts at 2.5 km is also shown for reference. Here X means available, C means can be calculated and NA means not available. Model levels from the 2.5 km runs are not archived for more than a month and only 1 day forecasts are made for the surface parameters related to SURFEX.

Variable name	Units	2D or 3D epi or ml	Timing	Use	Availability METCOOP 2.5 km
specific_humidity_ml	kg/kg	3D ml	I	T	X
air_temperature_ml	K	3D ml	I	T	X
x_wind_ml	m/s	3D ml	I	T	X
y_wind_ml	m/s	3D ml	I	T	X
turbulent_kinetic_energy_ml	m ² /s ²	3D ml	I	T	X
pressure_ml	Pa	3D ml	I	T	C
elevation_ml	m	3D	I	T	C
specific_humidity_epi	kg/kg	3D epi	I	E	C
air_temperature_epi	K	3D epi	I	E	C
x_wind_epi	m/s	3D epi	I	E	C
y_wind_epi	m/s	3D epi	I	E	C
turbulent_kinetic_energy_epi	m ² /s ²	3D epi	I	E	C
pressure_epi	Pa	3D epi	I	T	C
elevation_epi	m	3D epi	I	T	C
surface_air_pressure	Pa	2D surf	I	E, N	X
surface_elevation	m	2D surf	I	E, N	X
air_temperature_0m	K	2D surf	I	?	X
air_temperature_2m	K	2D 2m	I	E, N	X
relative_humidity_2m	(0-1)	2D 2m	I	E, N	X
specific_humidity_2m	kg/kg	2D 2m	I	E	C
x_wind_10m	m/s	2D 10m	I	E, N	X
y_wind_10m	m/s	2D 10m	I	E, N	X
boundary_layer_height	m	2D	I	E	X
surface_roughness_momentum	m	2D surf	I	E	NA
surface_roughness_temperature	m	2D surf	I	I	NA
precipitation_amount	kg/m ²	2D surf	A	E, N	X
cloud_area_fraction	0-1	2D	I	E	X
liquid_water_content_of_surface_snow	kg/m ²	2D surf	I	I	X
downward_eastward_momentum_flux_in_air	kg/m/s ²	2D surf	A	E	X
downward_northward_momentum_flux_in_air	kg/m/s ²	2D surf	A	E	X
surface_upward_latent_heat_flux	W/m ²	2D surf	A	E	X
surface_upward_sensible_heat_flux	W/m ²	2D surf	A	E	X
surface_downwelling_shortwave_flux	W/m ²	2D surf	A	E, N	X
surface_downwelling_longwave_flux	W/m ²	2D surf	A	E, N	X

3.3.4. Changes in regions and cities

As in previous years Harmonie 1 km calculations are carried out in 3 regions. These are Southern Norway - East, Southern Norway - West and Trondheim. For the 2014-2015 season the Western region has been broadened, as this was considered to be too narrow. As in the previous years the following cities are extracted from the 1 km calculations and provided for EPISODE. In addition two new regions (Stor-Oslo* and Fredrikstad-Sarpsborg*) are being extracted but are not currently used in the EPISODE calculations.

- Region East
 - Oslo-Bærum
 - Drammen
 - Grenland
 - Stor-Oslo*
 - Fredrikstad-Sarpsborg*
- Region West
 - Bergen
 - Stavanger-Sandnes

- Region Trondheim
 - Trondheim

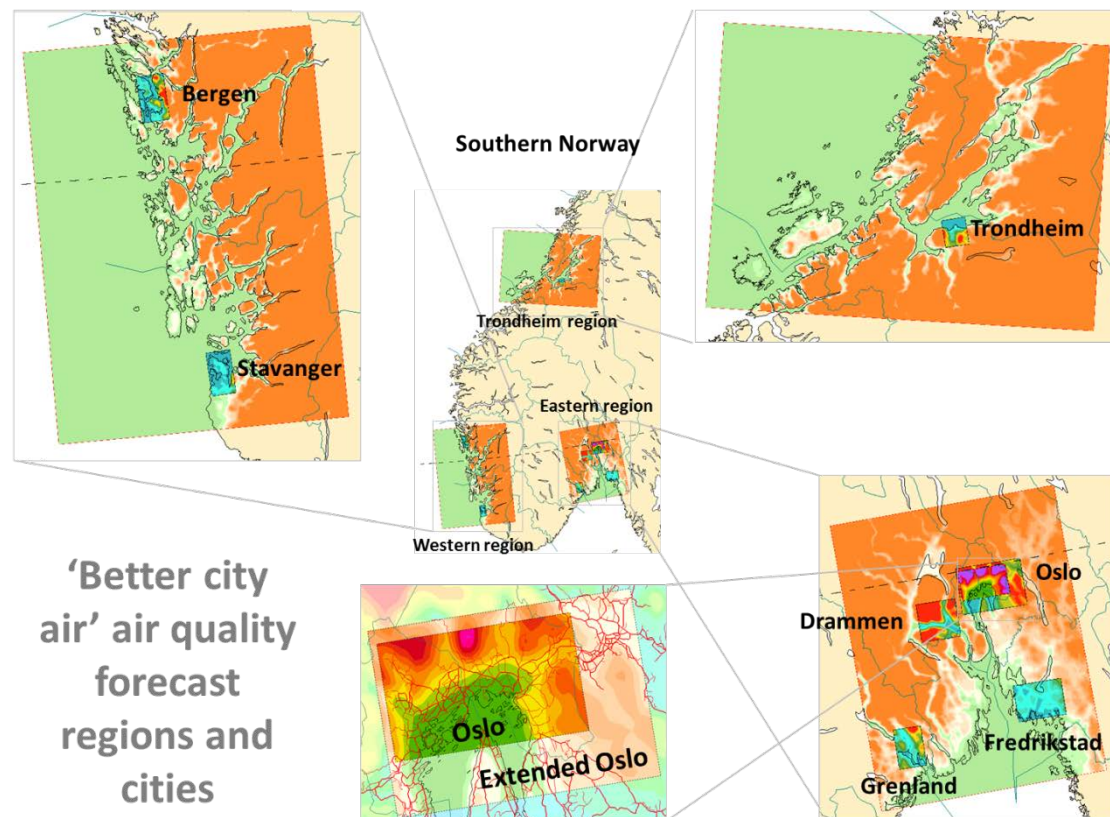


Figure 1. Regions and cities for which AROME 1 km calculations are made for Bedre Byluft forecasts.

3.3.5. New meteograms

Due to changes in the formatting it was necessary to update time series plots that are available through 'Kilden', since the previous plotting routine did not support netcdf format. Advantage was taken of this change to implement a new type of meteogram, one that contained information more relevant for air quality forecasting. An example of the new meteograms is shown in Figure 2 and contains the following information:

1. Relative humidity at 2 m (%). Indicative of surface and atmospheric wetness.
2. Precipitation (mm/hr). Important for suspension of dust.
3. Net radiation flux at the surface (W/m^2). This tells us if the surface is being cooled or heated by radiation and depends on sunshine, cloud cover and the temperature. Cloudy nights have almost no radiative forcing, whilst clear nights will cool the surface
4. Boundary layer height (m). This is a model diagnostic and indicates the height at which turbulence in the model becomes very small.
5. Potential temperature at 0, 2, 10, 100, 200 and 500 m. The potential temperature is the same as normal temperature but adjusted for height. Potential temperature is constant with height under well mixed conditions but increases with height under stable conditions. Time series of potential temperature at different heights will indicate the strength and height of inversions predicted by the model

6. Bulk Richardson number. This non-dimensional number indicates the stability of the air near the surface and is positive under stable conditions. It is linearly related to the temperature difference between the lowest model layer and the surface (positive for increasing difference) and is inversely related to the square of the wind speed, such that low wind speeds give high Richardson numbers. A number > 1 is stable, > 4 is very stable.
7. 10 m wind speed and direction.
8. Surface pressure (mbar)

When interpreting the meteograms it should be noted that the current model is known to have a ‘cold’ bias, in that the model cools off over time. This has been attributed, at least in part, to the cloud scheme in the model that has also been shown to under predict cloud cover. These biases have been partially improved in the next version of the model.

It is possible for the model to decouple from the surface such that wind speeds near the surface become unrealistically low, boundary layer heights approach 0 and high rates of surface cooling occur. Though these conditions are indicative they must be interpreted with care.

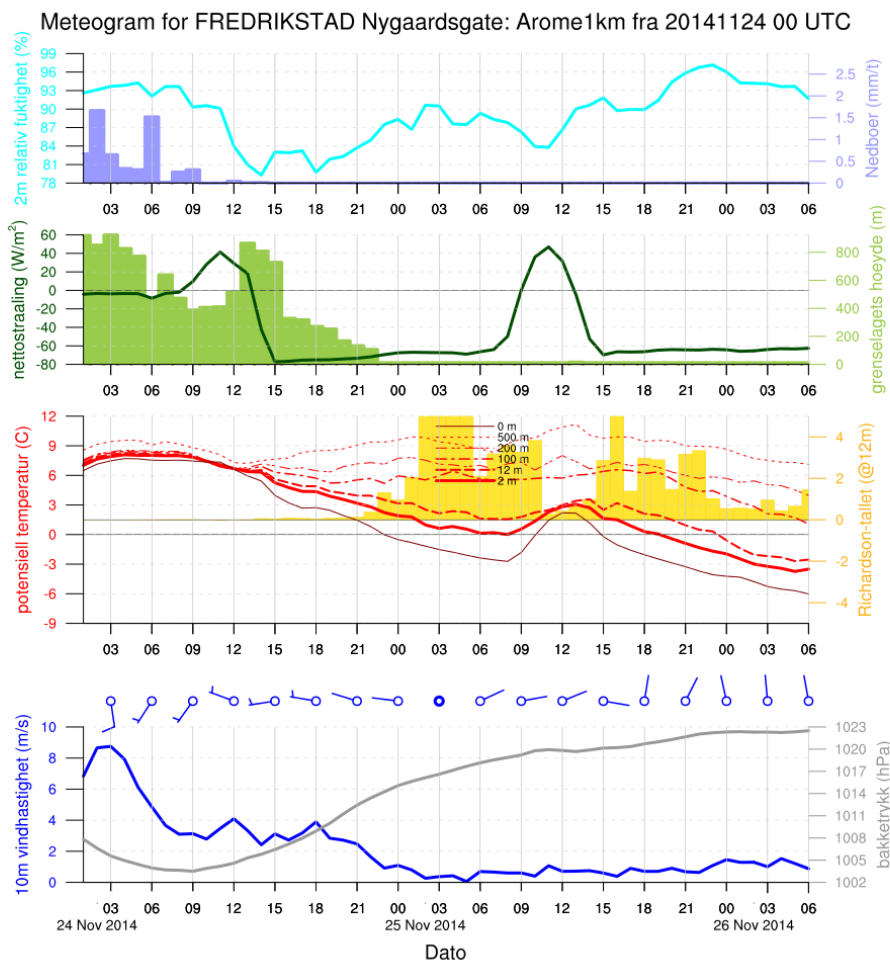


Figure 2. Example meteogram for Fredrikstad Rådhus (Nygårdsgate) for 24 November 2014.

3.3.6. Summary of AROME 2.5 km and 1 km calculations for November 2014

Since both the 2.5 and 1 km calculations are carried out using the Harmonie system it is possible to compare the verification of both these models at the available monitoring sites. Wind speed verifications are shown for all available stations in the Eastern region (Figure 3), Western region (Figure 4) and the Trondheim region (Figure 5) for the month of November 2014. These plots show statistical parameters, Mean error (ME) and Standard deviation of the error (SDE) for the 54 hour forecast period based on all stations within the region.

Wind speeds are slightly too high for both resolutions, but by no more than 0.5 m/s (ME). Only in the case of the Western region is there any difference between the two model resolutions, but this difference is, on the average, only 0.2 m/s. It is in the more mountainous western region that the most improvement is expected with increased resolution. The standard deviation of the error (SDE) shows lowest errors at the start of the forecast. Typical errors are around 1 - 2 m/s with the highest standard deviation of the error occurring in the Western region.

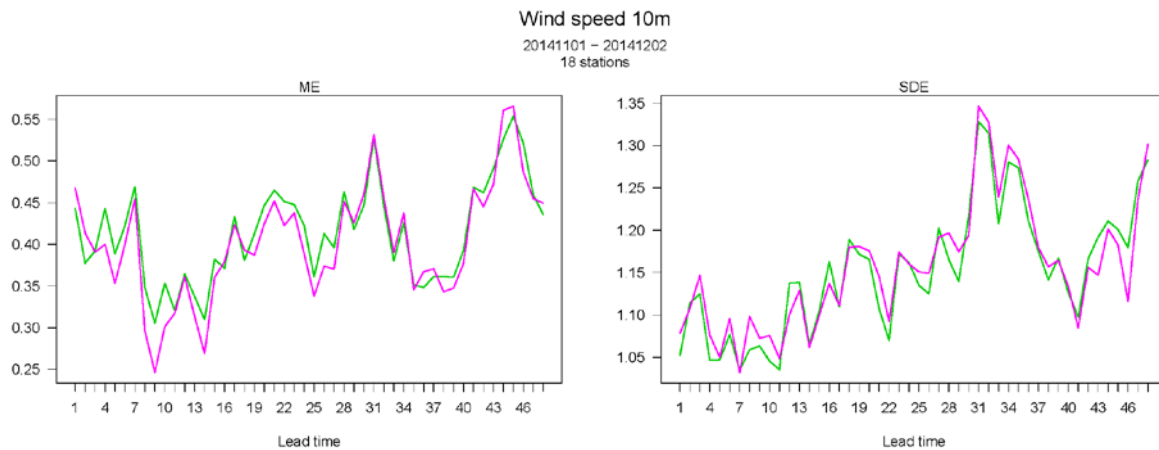


Figure 3. Mean error (ME) and standard deviation of the error (SDE) over the 54 hour forecast period for 10 m wind speed at 18 stations, within the Eastern region. AROME 1km calculations are in green and AROME METCOOP 2.5 km calculations in pink. The period is November 2014

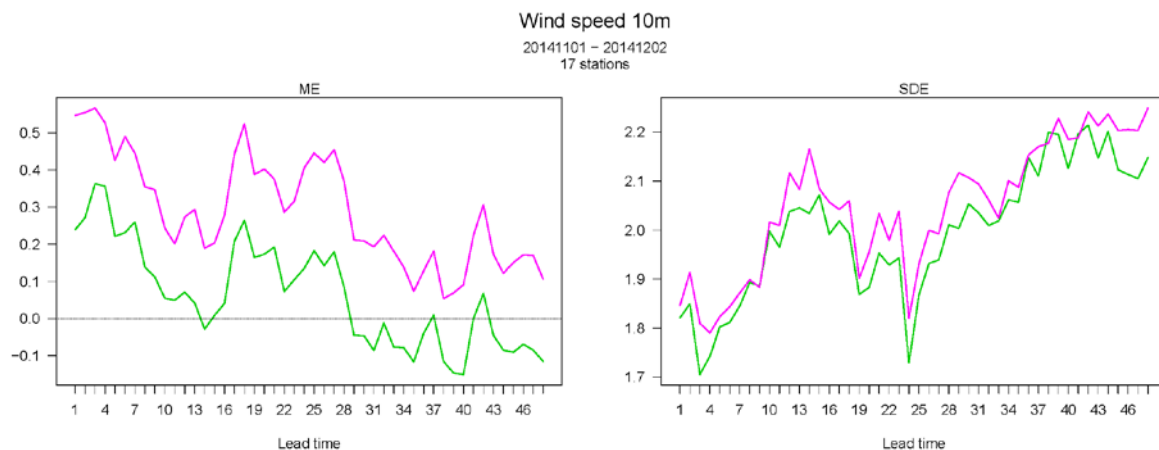


Figure 4. Mean error (ME) and standard deviation of the error (SDE) over the 54 hour forecast period for 10 m wind speed at 17 stations, within the Western region. AROME 1km calculations are in green and AROME METCOOP 2.5 km calculations in pink. The period is November 2014

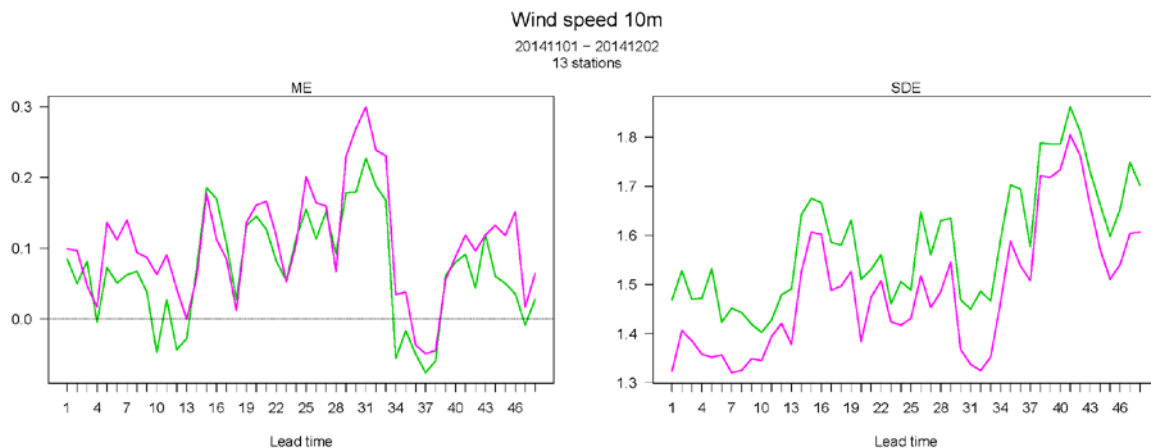


Figure 5. Mean error (ME) and standard deviation of the error (SDE) over the 54 hour forecast period for 10 m wind speed at 13 stations, within the Trondheim region. AROME 1km calculations are in green and AROME METCOOP 2.5 km calculations in pink. The period is November 2014

From these comparisons with the available meteorological data we conclude that there is little statistical difference between the 2.5 and 1 km meteorological calculations, for the short period assessed. We also see that wind speed forecasts have improved in Trondheim where overestimates have been found in the past. Further assessment will be carried out at the end of the 2014-2015 season and specific episodes will be investigated.

3.4. NORTRIP

The following activities have been undertaken for the implementation of NORTRIP in Bedre Byluft:

- Model updates and improvements
- Extracting the required meteorological variables from AROME 1 km forecasts
- Accessing available meteorological measurements
- Assessing the use of high resolution DEM's for road shading calculations
- Conversion of NORTRIP from Matlab to Fortran
- Planning data flow and structure for implementation

3.4.1. Model updates

Parallel to the implementation of NORTRIP a number of improvements have been implemented in the existing Matlab scripts. The current model version (2.8a) can be downloaded, along with a number of example files, from the following ftp site:

[anonymous@ftp://ftp.nilu.no/pub/NILU/Bruce/NORTRIP](ftp://ftp.nilu.no/pub/NILU/Bruce/NORTRIP)

The latest model version is in the zip file labelled 'NORTRIP model public_v2_8a'. For those who do not have Matlab installed, and are running on windows, then you can download and install Matlab libraries (for free) using 'MCRInstaller.exe' contained in the Install 'Install MCR' folder. This will allow you to run the executable version of the model provided in the zip file 'NORTRIP_model_v2_8a.exe'.

3.4.2. Input data availability

As part of the implementation of NORTRIP the availability of relevant data sources was to be assessed. These included the meteorological model data, measurement data, traffic data, metadata and road maintenance activity data. We present here conclusions concerning some of these.

Meteorological model data

As part of the file format conversion to netcdf files a number of new meteorological parameters have been extracted from the model for use in NORTRIP. These are listed in Table 1 and the relevant parameters are labelled with the letter ‘N’ for NORTRIP in the ‘Use’ column. These model parameters cover the meteorological needs of the NORTRIP model. These parameters are re-iterated in Table 2.

Table 2. Availability of modelled and measured data for use in NORTRIP

Data	Description	Availability from atmospheric model	Availability from observations	Priority
Temperature	Screen level temperature for NORTRIP energy balance model	Yes	Available	HIGH
Wind speed	Wind speed and height for NORTRIP energy balance model	Yes	Available	HIGH
Relative humidity	Relative humidity for NORTRIP evaporation and radiation calculations	Yes	Available	HIGH
Rain and snow fall	Important parameter for road wetness. Observed precipitation can be used to re-initialise the model.	Yes, currently total precipitation but snow fall can also be extracted	Available	HIGH
Global radiation	Global shortwave radiation for NORTRIP energy balance calculations	Yes	Not available	HIGH
Incoming longwave radiation	Currently NORTRIP calculates longwave radiation, incoming, based on (cloud cover), temperature and RH. This parameter can also come directly from the meteorological model	Yes	Not available	HIGH
Cloud cover	Needed for longwave radiation calculation if no longwave is available	Yes, not needed if short and longwave are available	Available	LOW
Road surface temperature and wetness monitoring	NORTRIP calculations can be compared with measurements of road surface temperature and wetness.	No. Road surface temperature available from SURFEX Town Energy Balance model but not suitable for individual roads.	Surface temperature available at some stations, interpolation using Vegvær system.	MEDIUM

Meteorological measurement data

Since the NORTRIP model prognostically calculates the road surface mass budget of dust, salt, water and ice as well as the road surface temperature the model requires initial values of these variables at the start of the forecast period. These initial conditions cannot be obtained directly from observations (with the exception of a few measurements of road surface temperature) so the observed meteorological conditions prior to the forecast are important for attaining the correct initial conditions at the start of the forecast. Precipitation is probably the most important observational data that can be used to provide the best initial conditions for the model. When running the model in forecast mode it is most effective if the previous 24 hours is run based on observed atmospheric data. As standard assimilation methodology in the METCOOP and Bedre Byluft forecasts temperature, humidity, surface pressure and surface snow depth measurements are assimilated every three hours (likely to become every hour in the near future) to adjust the surface conditions of the model. These regularly updated model fields provide the best near surface values for temperature, humidity and wind that is used in the NORTRIP model.

There is no measurement data available concerning road dust, other than the model calculations themselves, so the initial conditions for dust loading will be taken from the model. For salt, information concerning the salting activities (or assumed activities) the day before are desirable but no progress has been made in acquiring these data automatically. For water and snow, information concerning precipitation is required and measurements as well as radar data are available for this. As far as road surface temperature is concerned there are some (very few) measurements available from

Staten Vegvesens weather station network (See Table 3). However, the ‘Vegvær’ project predicts, and diagnoses, road surface temperature for a large network of major roads in Southern Norway and this may provide improved road surface temperature data for initialisation. However, the road network in Vegvær only covers a few of the many road links so this is not a practical alternative.

Table 3. Statens vegvesen stations that measure road surface temperature in Oslo and Bærum region.

Stnr	Name	Operates from	Altitude	Latitude	Longitude	Municipality
18240	*E6 FURUSET	Oct 2013	160	59,9378	10,8905	Oslo
18410	*RV4 AKER SYKEHUS	Jan 2011	140	59,9410	10,7980	Oslo
18690	*E18 HJORTNES	Jan 2011	20	59,9112	10,7043	Oslo
19430	*FV618 SANDVIKA	Mar 2011	3	59,8923	10,5403	Bærum
19660	*E16 SOLLIHØGDA	Mar 2011	250	59,9475	10,3855	Bærum

Building façade data availability

Shading of the road in built up areas will provide better predictions of road surface moisture and temperature. The most practical source for these data is from the high resolution digital elevation maps (DEMs) available from Statens kartverk for all of Norway. Such maps of the Oslo region have been downloaded and assessed, see Figure 6. The resolution of 10m does not give enough detail for an accurate rendering of building height and building distance from roads, however it can provide an indicative height of buildings close to road links. These data will require further assessment if they are to be used for shading with the NORTRIP model.

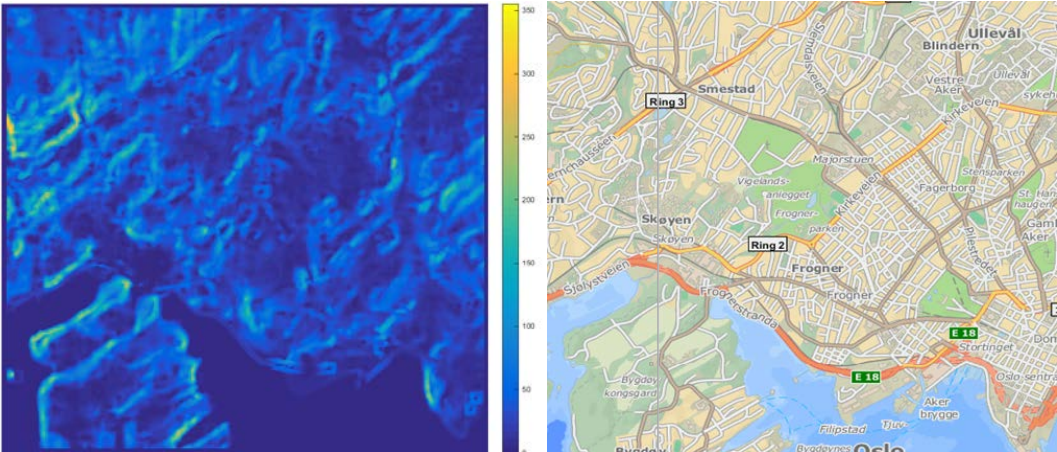


Figure 6. 5 km region of central Oslo taken from Kartverkets 10 m resolution DEM. To show local surface features the minimum elevation in the surrounding 100 x 100 m² area has been subtracted from the data. This emphasises buildings but also slopes. Some of the road network is discernible in the plots.

3.4.3. Data flow and implementation

Practically the implementation of observed meteorology is best achieved by gathering the most up to date data for the 24 hours prior to the forecast and running the model from this point in time. This is illustrated in Figure 7. In total then NORTRIP would be run for an 80 hour period, 24 using existing assimilated data and 54 in forecast mode. The prognostic model variables would then be saved after the initial 24 hours and these would be used to initialise the next day’s forecast.

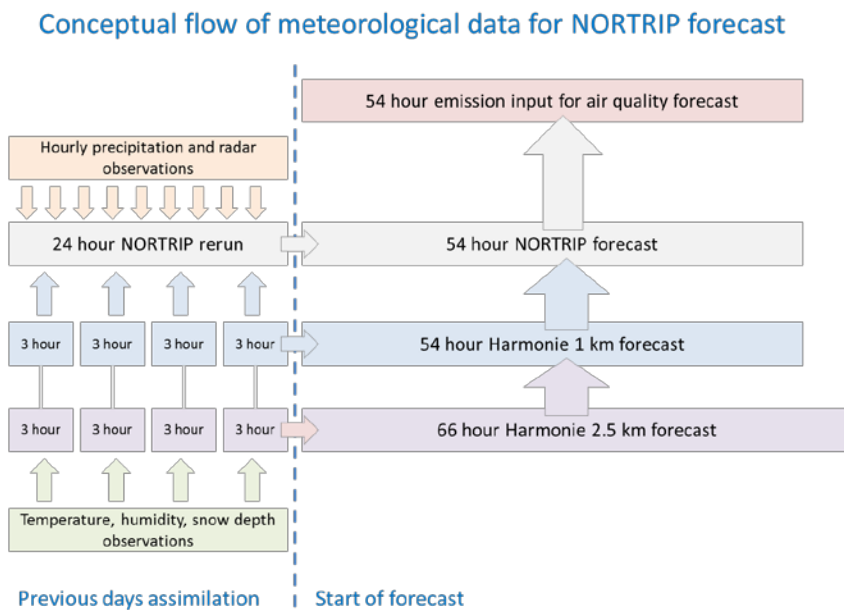


Figure 7. Time frame requirements of the NORTRIP forecast calculations.

3.4.4. Conversion to multi-road version (Fortran)

In order to apply the NORTRIP model to multiple roads and to make it more portable for use in complex dispersion modelling systems it is necessary to translate the existing Matlab code to Fortran code. The process of translation has been initiated, input and output routines have been converted, but this requires further resources. In order to assure compatibility from Matlab to Fortran and to continue to provide the stand-alone version of the model, whilst ensuring that only one version of the model propagates, the Fortran version will be compilable as a dll, allowing access via Matlab as well as other scripting languages.

3.5. AirQUIS

Mye av arbeidet i 2014 med AirQUIS ble som en konsekvens av omleggingen til nye format. Det er nevnt allerede endringer i EPISODE og systemet for å kunne lese NetCDF formatene. Ny AROME versjon og nye format hadde også som konsekvens at oppstarttidspunkt for prognosen av luftkvalitet ble endret fra kl 00 til kl 05. Denne relativt lille endringen fikk store konsekvenser for hele systemet rundt den operasjonelle driften av modellberegningene og gjorde at varslene var mangelfulle for store deler av varslingsperioden høsten 2014. Det var ventet at denne endringen ville ta en del tid, men pga. av at de nye meteorologiprognosene ikke kom i produksjon før i slutten av september måtte endringene for AirQUIS gjøres og testes etter at varslingen for enkelte byer i utgangspunktet skulle ha startet. Mangelfulle prognoser blir dermed svært synlig for brukerne noe som er svært uheldig. Endringene hadde også en del uventede konsekvenser slik at også arbeidet med å få implementert endringene tok mye lenger tid enn planlagt. Ny brukermanual etter endringene er laget og gjengitt i Appendix

Etter evalueringen av varslene for sesongen 2013-2014 ble det satt i gang en grovundersøkelse av utslippene for å mulig kunne indikere forbedringsmuligheter med grunnlagsdataene. I 2014 er det også gjort arbeid med å se på mulig forbedringer av prognosen ved hjelp av dataassimilasjon (se avsnitt 3.6)

3.5.1. Endringer i 2014

Hovedendringene i systemet er, som nevnt, kommet pga. endret oppstartstidspunkt for prognosen til kl 0500. AROME modellen starter prognosen fra kl 00, men de første timene er modellmessig ikke stabile, noe som ville gitt uheldige konsekvenser for luftkvalitetsprognosene. Tidligere har det vært brukt repetitive meteorologiske felt de første timene ved å ta resultatene for kl 0500 og la det være gyldig fra kl 0000 til 0500. Denne tilpasningen forsvant med ny modell og nye format. Det ble tatt et valg på at denne tilpasningen nå skulle gjøres i AirQUIS og at problemet skulle løses ved å starte luftkvalitetsprognosen kl 05 istedenfor kl 00. Den første konsekvensen av dette var endringer i script for å hente nye inngangsdata og modelloppsett for nytt starttidspunkt. Endring av oppstartstidspunkt har også litt mer omfattende konsekvenser i og med at prognosen nå går over 3 datoer. Det betyr at en dags prognose ikke rommer to fulle døgn fra kl 12-12 slik indikatorer og regelverk referer til. Aggregering til for eksempel to døgnmidler blir derfor en utfordring. Løsningen ble å hente inn 5 timer fra det foregående døgns prognose og benytte dette for å aggregere opp døgnmidlene. Det ble vurdert til at det var enklest og mest strukturelt riktig å gjøre denne endringen i databasen.

Tidligere ble denne aggregeringen gjort av EPISODE slik at man først måtte fjerne prosedyrekallene mot databasen fra EPISODE som gjorde videre kall til .NET-biblioteket (via C/C++) for lagring av disse verdiene. Fra spredningsberegningen lagres nå kun timesverdier i databasen. Aggregeringen blir så gjort i en egen applikasjon som er implementert i C#.NET. Applikasjonen leser timesverdier, basert på et filter, og aggregerer disse verdiene ved hjelp av PL/SQL-logikk i Oracle databasen. De aggregerte verdiene vil deretter bli lagret på samme måte som Episode lagrer timesverdiene. EPISODE og aggregerings-applikasjonen bruker altså samme lagringsmodul som er implementert i .NET.

Beregningene av aggregerte verdier er ikke i utgangspunktet tidkrevende, men det viste seg at det i produksjonsoppsettet ga mye lengre beregningstid enn i testmiljøet. Dette gjorde at prognosene for døgnmiddel og maks time i en periode kom sent i forhold til hva varslerne trenger. Det var videre komplikasjoner med denne aggregeringen og overføring av data til web også pga. av at beregningen tok lang tid. Dette gjorde at selv om databasen til slutt fikk riktige verdier for de aggregerte beregningskomponentene så vist disse for en periode ikke på nettet. Årsakene til dette problemet ble løst med strukturelle endringer, og systemet kan nå lage og vise alle komponenter og midler riktig. Systemet brukte altså mye lenger tid enn forventet, men tiden ble redusert etter at det ble tilgjengelig mer minne og beregningskapasitet på byluftmaskinen på MET. Det ble derimot valgt å ikke inkludere aggregering og maks time for linje for rn periode fordi disse fortsatt tok lengre tid, og det ble prioritert som viktigere at varslerne får de andre resultatene tidsnok. Hvordan systemet nå kjører prognosen har også blitt noe endret og optimalisert i forhold til å kunne levere prognosene så tidlig som mulig. Det kommer på plass ny hardware på MET og nye system for luftkvalitet.info. Dette vil også kunne bidra til økt hastighet. Den økte kapasiteten og hastigheten gjorde at linjekildene også ble produsert med aggregerte verdier fra slutten av desember 2014.

3.5.2. Utslippsvurderinger

Det er gjort en oversikt av utslippene fordi evalueringen av prognosen sesong 2013-2014 viste dårligere resultat for spesielt Trondheim og Grenland. Årsakene til dette kan skyldes de meteorologiske prognosene, men det er naturlig og også se til utslippstallene. Det er blitt gjort en evaluering av de totale utslippene pr modellområde delt inn i eksos og arealkilder. Utslippene er sammenstilt mot befolkningstallene og forhold mellom utslippene på ulikt vis for å kunne vurdere hvordan de ulike byenes utslipp er sammenlignet med hverandre. Tanken er at en slik overordnet grovkartlegging av utslippene kan indikere hva man bør fokusere videre på for å bedre

grunnlagsdataene for så å kunne bedre kvaliteten av varslene. Utslippene og noen av sammenligningene er vist i Tabell 4 og Tabell 5 .

Tabell 4 Oversikt over noen av utslippene (tonn/år) og befolkningen for alle byområdene

BY	Eksos- utslipp PM	Eksosutslipp NOx	Vedfyrings- utslipp PM10	Areal kilder NOx	Befolkning	Trafikkarbeid (million kjørte km)
BERGEN	60	1752	548	666	236193	5462
DRAMMEN	50	1436	482	365	106850	2722
GRENLAND	25	714	383	60	88240	2190
OSLO	96	3509	300	1204	705423	7082
STAVANGER	53	1578	317	1259	213660	4147
TRONDHEIM	31	901	658	326	168734	1736

Tabell 5 Ulike forhold av utslippene for alle byområdene

BY	PM vedfyrings- utslipp*100/ befolkning	PM vedfyrings- utslipp/ Eksosutslipp	NOx eksos*100 /befolkning	NOx Arealkilder*1 00/ befolkning	Trafikkarbeid*1 00/befolkning
BERGEN	0.23	9.1	0.74	0.28	2.3
DRAMMEN	0.45	9.6	1.34	0.34	2.6
GRENLAND	0.43	15.3	0.81	0.07	2.5
OSLO	0.04	3.1	0.50	0.17	1.0
STAVANGER	0.15	6.0	0.74	0.59	1.9
TRONDHEIM	0.39	21.2	0.53	0.19	1.0

Fra sammenligningen i tabellene ser man at Oslo i særdeles grad skiller seg ut, spesielt for vedfyring, men også for eksosutslippene med det laveste tallet for eksosutslipp pr. innbygger. Dette er naturlig i og med at Oslo har den høyeste befolkningstettheten og har et stort kollektivtilbud. Oslo har også mange bygg tilknyttet fjernvarme og med sentralfyring. Andre forhold som skiller seg ut er det mellom vedutslipp og eksosutslipp hvor Grenland og Trondheim har de høyeste verdiene. For Trondheim ser dette ut til å være spesielt knyttet til lave eksosutslipp, og det er også det modellområdet med minst trafikkarbeid. Videre har Grenland særdeles lave NOx-utslipp fra arealkilder; dette kan til dels være knyttet til mangel på større havn innenfor modellområdet. Havn og skip er en av kildene som bidrar til denne kategorien. Det er ikke mulig ut i fra dette å si noe om hva som er feil i utslippene, men det kan danne grunnlag for videre utforskning av muligheter for oppdateringer og skalering.

3.6. Forbedring av EPISODE modellresultat ved bruk av biaskorreksjon og dataassimilasjon.

I de fleste tilfeller gir EPISODE-modellen en rimelig bra overensstemmelse med målte konsentrasjoner. I noen situasjoner hver vintersesong kan det imidlertid oppstå forhold med mer stagnerende luftmasser og svakere vind enn det som varsles av prognosemodellen, noe som ofte resulterer i beregnede konsentrasjoner som er lavere, og til dels mye lavere, enn det som observeres. I slike situasjoner er det viktig å kunne korrigere de beregnede konsentrasjonene for de første 24 timene av 48 timers prognoseperioden for å bringe de mer i overensstemmelse med målte verdier, og som videre danner grunnlag for en forbedret prognose neste dag.

NILU har i 2014 arbeidet med å utvikle metoder for å forbedre EPISODE modellprognosene i Bedre Byluft spesielt for slike uforutsette stagnerende meteorologiske forhold som nevnt over. Dette har resultert i to rapporter: En NILU rapport (Walker og Lahoz, 2014), og en felles rapport som er skrevet sammen med Norsk Regnesentral (NR) (Steinbakk et al., 2014).

I rapportene beskrives to metoder som er utviklet for å forbedre EPISODE-prognosene de første 24 timer basert på målinger: (1) Bias-korreksjon; og (2) Dataassimilasjon basert på bruk av ensemble Kalmanfilter. Begge disse metodene anvender målinger av luftkvalitet på målestasjoner for å korrigere modell-prognosene. Metodene er blitt testet ved å bruke observasjoner og 24-timers modellprognoser for hver av de tre komponentene NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ i Oslo for perioden 2.– 8. desember 2013, som var en periode med stagnerende spredningsforhold. Resultatene i rapportene viser at begge metoder klarer å forbedre modellprognosestatistikken sammenlignet med målinger på de fleste av målestasjonene i Oslo i den korte testperioden. Men når biaskorreksjon benyttes romlig med interpolering ved bruk av kriging, blir feltene urealistiske med “hotspots” rundt målestasjonene. Dette skyldes interpolering av trafikkrelaterte konsentrasjoner inn i den urbane bakgrunnen. Et eksempel på et felt som er ukorrigert og et som er biaskorrigert vises for PM_{10} i Figur 8 nedenfor. Det kan stilles spørsmålstegn ved om korrigerte felt gir en forbedret representasjon av konsentrasjonene. Metodene er foreløpig ikke testet for andre byer og perioder.

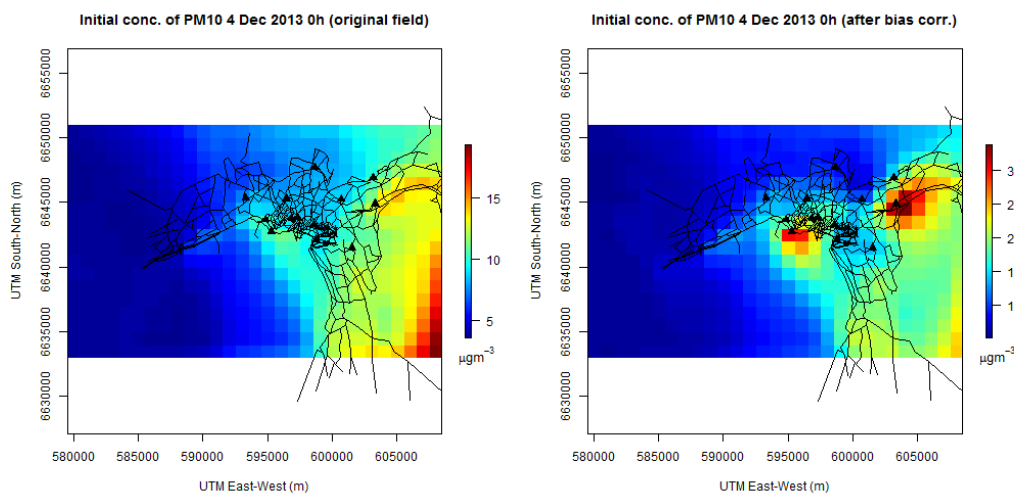
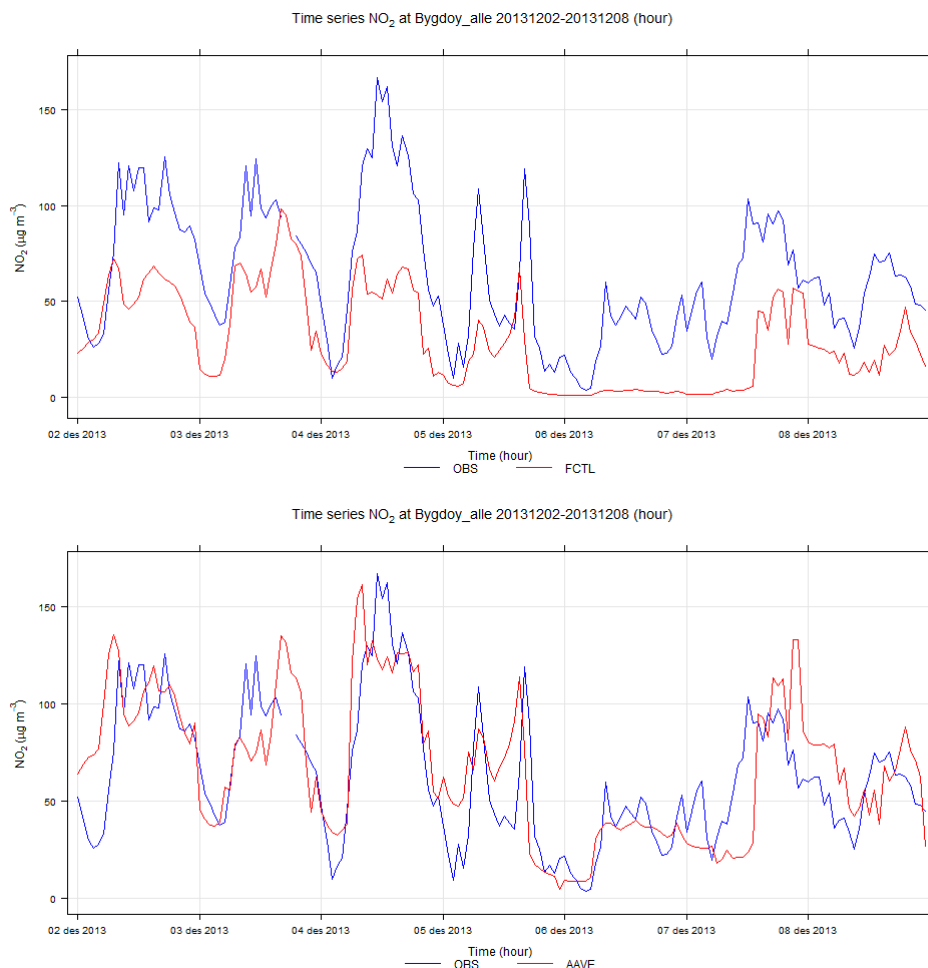


Fig. 8 Kart fra EPISODE-modellens initial konsentrasjoner av PM_{10} i Oslo (bakkenivå) 4 desember 2013 kl 00 (midnatt). Enhet: $\mu\text{g m}^{-3}$. Venstre: ukorrigert; Høyre: etter biaskorreksjon.

Et eksempel på forbedring av modellprognosen i Oslo er vist i Figur 9. Figuren viser opprinnelig (øverst) og bias- og assimilasjonskorrigert (nederst) observerte (blå kurve) og modellerte (rød kurve) timeskonsentrasjoner av NO₂ på stasjonen Bygdøy Allé for den ovennevnte perioden (Mandag 2. – søndag 8. des. 2013). Som man kan se av figuren er det mye bedre overenstemmelse mellom observerte og modellerte verdier for den korrigerte modellen. Mesteparten av forbedringen i dette tilfellet skyldes bias-korreksjonen.



Figur 9: Plott av timesverdier av observert (blå kurve) og EPISODE modellkonsentrasjoner (rød kurve) av NO₂ for Bygdøy Allé for uken 2. – 8. desember 2013 (Man. - Søn.). Opprinnelige modellverdier uten korreksjon (øverst), og etter bias-korreksjon og dataassimilasjon (nederst). Enhet: µgm⁻³.

Tilsvarende figurer for de andre stasjonene og komponentene for Oslo er vist i vedlegg B og C i Walker og Lahoz (2014), og i vedlegg A og B i Steinbakk et al. (2014). I tillegg er det i disse rapportene vist tabeller som beskriver forbedringen i modellprognosene i form av redusert gjennomsnittlig «root mean square error» (RMSE) og korrelasjon mellom observerte og beregnede verdier. Forbedringen ligger hovedsakelig i intervallet 20 – 80 % for RMSE, og 0.2 – 0.3 for korrelasjon avhengig av stasjon og komponent. Metoden er kun testet for en uke, noe som ikke er nok for å konkludere hvor effektiv metoden vil være for en hel sesong.

Bias-korreksjonsmetoden (uten dataassimilasjon) kan implementeres som en uavhengig modul som justerer de originale prognosene fra EPISODE en gang i døgnet før ny prognose settes i gang. Metoden krever ikke ensembler av modellberegnete verdier, og kan anvendes i kombinasjon med EPISODE modellberegningene i det nåværende Bedre Byluft systemet. En slik modul vil derfor være forholdsvis enkelt å implementere og krever minimalt med regnekraft. Det er imidlertid noen praktiske problemstillinger vi må ta hensyn til for å få et operasjonelt system, bl.a. bør målingene av forurensningskomponentene kvalitetssikres fortløpende.

Implementasjon av dataassimilasjon ved bruk av ensemble Kalmanfilter vil kreve større endringer av beregningssystemet, siden vi da må utføre flere parallelle kjøring med EPISODE modellen (f.eks. minst 5-10) for hver varslingsperiode (1 – 48 timer). Dette vil kreve større endringer i modelloppsettet, og i skriptsystemet, og vil i tillegg kreve en god del mer regneressurser.

4. Oppsummering og anbefaling for videre utvikling

Arbeidet i 2014 ble mye mer teknisk og problematisk enn planlagt. Det er derfor ikke foreslått å gjøre større endringer i modellene for 2015. Noen av oppgavene vil allikevel kreve endringer i systemet, men det er ønskelig at mindre tid skal brukes på å få prognosene i produksjon og mer tid på oppgaver vi mener har størst nytteverdig for sluttresultatet.

4.1. Inkludere nye områder i AirQUIS-prognosene

Fredrikstad og Sarpsborg kan inkluderes som modellområder i prognosene for luftkvalitet (de meteorologiske feltene produseres allerede). Å lage luftkvalitetsprognoser for dette område innebærer en jobb med utslippsdata, men også å sette strukturen opp for å kunne kjøre områdene i produksjon. Det vil også kunne være aktuelt å benytte et enda større område for Oslo og Bergen. Dette kan først settes opp parallelt med eksisterende områder slik at man kan gjøre en evaluering av endringene for prognosen. Å først sette opp en by parallelt har den fordel at det kan gjøres uten avbrudd for prognosen som kjøres i dag og uten at man må vente til sesongen er over.

4.2. Ny versjon av AROME og ett domene

Det vil komme en ny versjon av AROME i 2015 som vil bli integrert i produksjonssystemet. Ny versjon vil ikke medføre endringer for AirQUIS og skal levere de samme parametre som før. Det foreslås også å implementere ett enkelt domene for Sør Norge for AROME-modellen. Dette vil være mer effektivt rent teknisk, men også i forhold til ressursbruk. Kostnader knyttet til tilgang på maskinkraft for kjøring av et slikt område må vurderes. Et større område gir også større muligheter for mer informasjon til flere byer som i dag ikke er inkludert f.eks. Kristiansand og Lillehammer. Fredrikstad og Sarpsborg vil også få fordeler av et større område fordi de i dag ligger nær randen av det østlige «frimerkeområde» som benyttes. Det er videre ønskelig at prosjektene Nasjonalt Beregningsverktøy og Bedre Byluft kan tjene på hverandres aktiviteter slik at utbyttet kan bli større, og at fremtidsplanene er mer samstemte og da vil ett domene som dekker hele Sør- Norge være en god løsning. En ulempe er at hvis man får problemer med modellkjøringen, så vil alle byer bli rammet.

4.3. Videre implementering av NORTRIP

Arbeidet med NORTRIP i år er rapportert over og det er viktig at dette arbeidet videreføres i 2015.

4.4. Synlighet for publikum

Arbeidet med og resultatet fra selve modellene er lite synlige for publikum. Det er mulig og ønskelig å være mer synlig og sørge for at prognosene kan vises til publikum sammen med varslene som utarbeides. Det gjøres nå arbeid med å forbedre publikumssidene av luftkvalitet.info. I prosjektet

Nasjonalt Beregningsverktøy jobbes det også mot mer publikumsvennlig visualisering av modellresultater. Nasjonalt Beregningsverktøy dekker foreløpig ikke varsling eller modellprognoser. Det er tenkt å gjøre luftkvalitetskartene mer publikumsvennlige. Dette krever noen endringer i beregningene for å lage grunnlaget for kartene og eventuelt animasjonene og tabellene, og noe for visning på web. Når man har grunnlaget og visningsmaterialet er det enklere å kunne distribuere disse til f.eks. yr, media eller andre interesserte.

4.5. Økt brukervennlighet for varslerne og ny portal

Hva varslerne trenger for å gi gode varsler burde være avgjørende for hvordan modellresultatene vises. Det er flere forbedringsmuligheter både for luftkvalitet og meteorologi. Meteorologisk institutt er i ferd med å fase ut portalen Kilden hvor man i dag viser meteorologiske data og eksponeringstabeller fra AirQUIS. Kilden skal erstattes med portalen Halo. Dette vil medføre tekniske endringer, men det gir også muligheter for å gjøre det mer brukervennlig for de som skal varsle luftkvalitet i kommunene og evt. internt på MET. Luftkvalitet.info kan også benyttes for å vise meteorologiske produkter. Det er viktig at produktene som vises er nyttige. Nye mulige produkter kan f.eks være kart som viser inversjonsstyrke, grenselagshøyde og trajektorier. Nye produkt må utvikles i tett dialog med brukerne.

4.6. Arbeid med muligheter for postprosessering

Arbeidet med korreksjon av oppstartsfeltene og med ulike postprosesseringsmetoder som NR og NILU har gjort i 2014 danner grunnlaget for hva man skal gjøre i evt. videre arbeid. Resultat av biaskorrekksjonen, data-assimilasjon og statistisk postprosessering viser at biaskorrekksjon kan gi noe forbedret resultat på enkeltstasjoner. Data-assimilasjonen (EnKF) derimot leder ikke til relevante resultatforbedringer. Generelt vil postprosessering av data geografisk være problematisk. Det er begrenset med antall stasjoner og det er kraftige gradienter ved gatestasjonene slik at bruk av disse til å korrigere et felt med 1x1 km oppløsning er svært usikker og kan være fysisk urealistisk. Romlig fordeling er fortsatt best representert av modellene. Videre er mye av usikkerhetene knyttet til de meteorologiske feltene, spesielt i inversjonsperioder, og statistisk endring av kun luftkvalitetsparametere vil uansett ikke kompensere for denne grunnleggende usikkerheten.

Det er på grunnlag av dette anbefalt å:

- Ikke gå videre med Kalmanfilter-dataassimilasjon pga. vanskelig implementering i operasjonell drift, spesielt sett i forhold til minimal forbedring av resultatene.
- Hvis man skal introdusere en postprosesseringsmetode bør det fokuseres på en metode. NR har vist at deres metode er robust, men nytteverdien for andre byer enn Oslo med kun 1-2 stasjoner tilgjengelig er fortsatt uviss.
- Uansett postprosesseringsmetode som evt. skal inkluderes operasjonelt må det utvikles en realistisk metode for å gjøre den romlige interpoleringen. Kriging og andre konvensjonelle metoder som vektning omvendt proporsjonalt med avstand og spline-metoder er ikke gode nok fordi de ignorerer de fysiske prosessene som danner grunnlaget for den romlige fordelingen. Bedre metoder vil kunne være knyttet til kilde-spesifikke romlige fordelinger fra modellen.

4.7. Gjennomgang og endringer av utslippene for enkelte byer

Som oversikten over utslippene i avsnitt 3.5.2 viser er det ønskelig å gjennomgå utslippstallene og grunnlaget i mer detalj for enkelte byer. En prioritert oppgave vil være å gjøre en vurdering av trafikk-tallene for Trondheim og oppdatere eller skalere disse.

4.8. Forbedringer av evalueringsprosedyrene

Det er ønskelig at prognosene for meteorologi og luftkvalitet enklere skal kunne sammenlignes på en konsistent måte fra år til år. Formålet med en bedre evalueringsmetode er å kunne vurdere om modell og varsling faktisk forbedres, noe som jo er målsettingen for mange av endringene som foreslås. Dette krever en metodeutvikling og gjennomgang av aktuelle parametere. Det kan for eksempel vurderes å beregne indekser, og det må skilles på modellforbedringer og treff i forhold til varslingen. Den meteorologiske sammenligningen må først og fremst gjøres for de parametere man vet har mest relevans for luftkvaliteten. Metoden kan bli testet for de siste sesongene. Det er ikke ønskelig å gjøre rekjøring av prognosene, men tanken er å utvikle metode for bruk fremover. Dette punktet henger også delvis sammen med økt brukervennlighet for varslerne.

5. Referanser

Denby B.R., L.H. Slørdal (NILU), A.C. Benedictow, A. Skålevik Valved, T. Olsen, A. Kristensen (2014). Bedre byluft Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2013 – 2014. MET report 17/2014.

Steinbakk, G.H., Thorarinsdottir, T., Lahoz, W.A., Walker, S.E., (2014) NR Note No SAMBA/49/14.

Walker, S.E., Lahoz, W.A. (2014) Improvement of model concentrations using bias correction and data assimilation. Kjeller, NILU (NILU OR XX/2014).

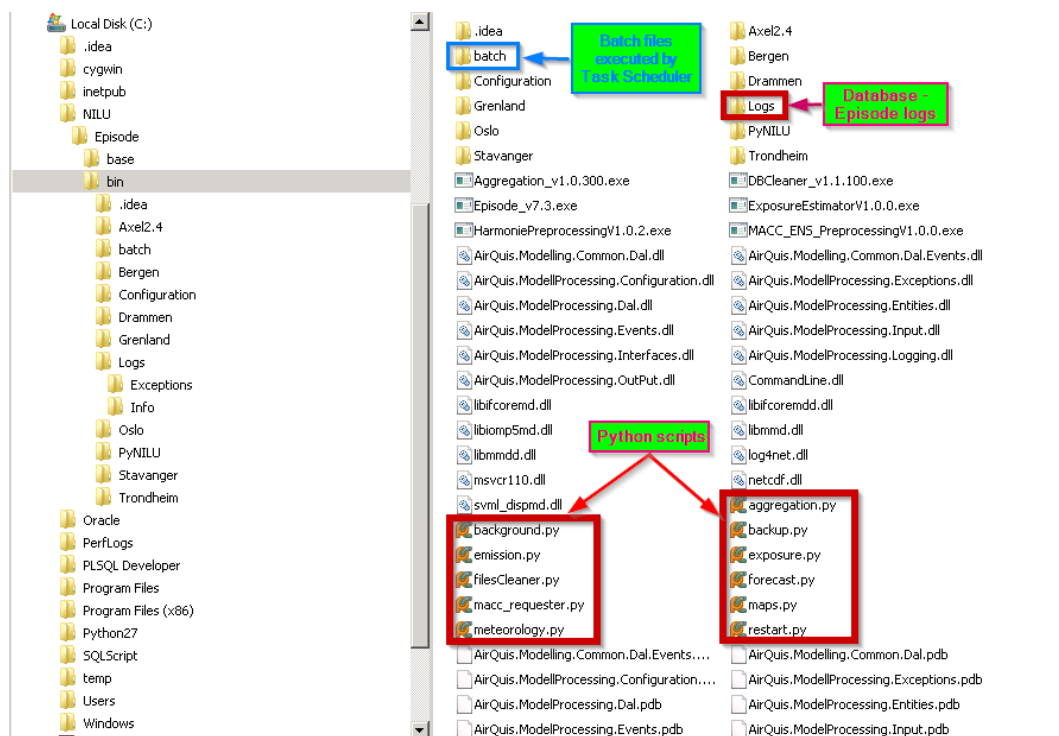
Appendix

A1. User manual for the operation of the urban air pollution forecasting system

A1.1. Directory structure

The software is to be installed under C:\NILU directory and contains the following subdirectories:

- **NILU\Episode\base**. Static data (default background, domain, emission and meteorology) for episode.exe by site.
- **NILU\Episode\bin**. Python scripts and binaries for database connection, preprocessing of data, episode forecasting and exposure estimation. Each site has a subdirectory under NILU\Episode\bin<site> which contains input files for the fortran executables.
- **NILU\Episode\bin\Configuration**. Contains a set of .ini configuration files for the python scripts and .xml files for the configuration of gis, database and map generation.
- **NILU\Episode\bin\Logs**. Logs created during writing to database from episode.exe.

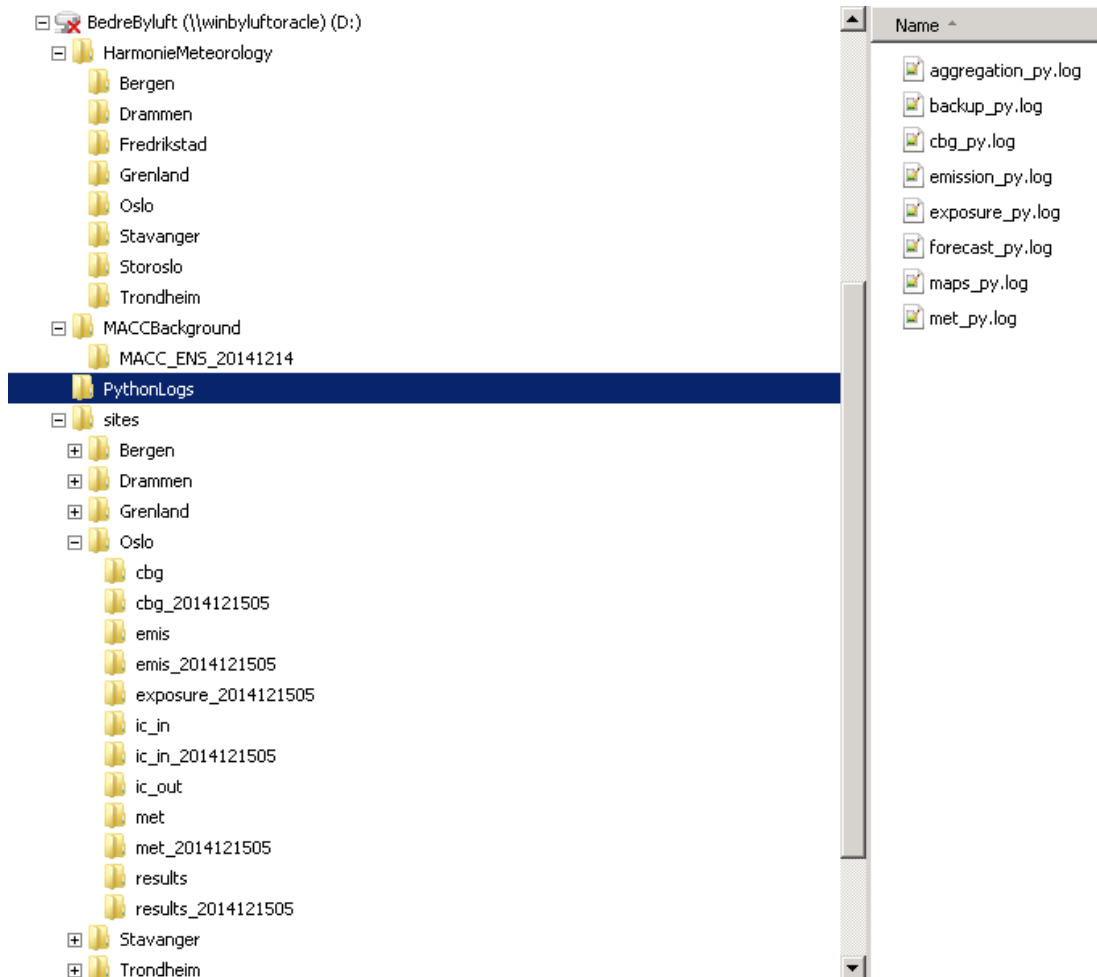


A1.2 Data input and output

Harmonie meteorology: One .nc file per site under D:\HarmonieMeteorology.

MACC-ENS background concentrations: 48 .nc files under D:\MACC_ENS_yyyymmdd, where yyyymmdd is the date stamp of the day before the forecast.

Episode input and output data for the forecast: One data directory by site under **D:\sites**. The input and output of the episode.exe simulation are stored as a set of ascii files under **D:\sites\<site_name>**. This directory contains the subdirectories cbg, emis, ic_in, ic_out, met and results that are time-stamped following the convention DirectoryName_YYYYmmddHH at the end of the simulation.



A1.3. Logs

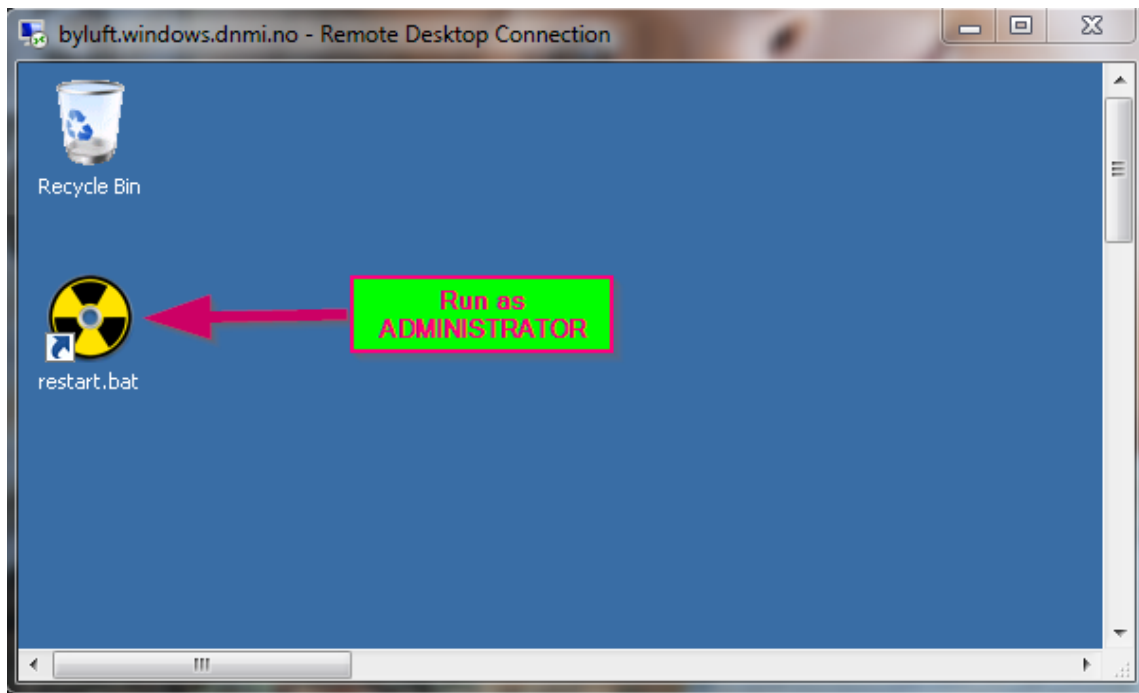
Logs from python scripts: Found under **D:\PythonLogs**.

Logs from Episode model runs. Two logs by component simulated. They are located under **D:\sites\<site>results_<time stamp>** and generated by the execution of the *episode.exe* model. These are files with the form *EPISODE_UM_LOG_<compound>.txt* and *AirQUIS_UM_LOG_<compound>.txt*.

Logs from Episode-Oracle database connection: Are produced by the interaction Episode-Oracle database and stored as time stamped directories under **NILU\Episode\bin\Logs**. They report the status of writing to database, etc.

A1.4 Restarting a forecast

To restart the forecast **click on the restart.bat** shortcut (Desktop) as **ADMINISTRATOR**.



The script location path is *C:\NILU\Episode\bin\batch\restart.bat*