

Nasjonalt beregningsverktøy – AP5

Tettsteder og industri, metodebeskrivelse

Dag Tønnesen



Oppdragsrapport

Forord

Denne rapporten er en del av utviklingen av et nasjonalt modellsystem for beregning av lokal luftkvalitet («Nasjonalt beregningsverktøy» eller NBV). Formålet med prosjektet er å utvikle en plattform for felles metodikk og informasjon for modellberegninger av luftkvalitet. De viktigste målgruppene er de lokale forurensningsmyndighetene anleggseiere og andre som arbeider med å imøtekomme kravene i lov- og regelverk som berører luftkvalitet.

Denne rapporten oppsummerer arbeid utført i 2014 som en del av arbeidspakke 5 (AP5), «Tettsteder og industri». Målet for AP5 er å utvikle en metode for enkle beregninger av nivå og utbredelse for de høyeste konsentrasjonsnivåene av nitrogendioksid og svevestøv i byer og tettsteder utenom 7 større byområder som blir behandlet i arbeidspakke 4. Metoden bygger på grovkartlegging av luftkvalitet utført i 2014 (Tønnesen et. al ,2014), der forurensningsnivået i maksimalt belastet område i 61 tettsteder ble beregnet. Arbeidet har vært fokusert på hvordan metoden må videreutvikles i 54 tettsteder for å dekke geografisk utbredelse og konsentrasjonsnivå utover maksimal forurensningsbelastning, beregne bidrag fra kildegrupper, kvantifisering av bidrag fra kildegruppen industri og utføre beregninger for flere luftkvalitetskriterier.

Denne rapporten gir en teknisk beskrivelse av metoden og identifiserer de produktene som skal utvikles under AP5 som et første steg mot implementering, testing og validering av systemet.

Arbeidet har vært ledet av Dag Tønnesen. Bidrag til datagrunnlag har vært gitt av Ivar Haugsbakk, Philip Schneider og Susana López-Aparicio. Viktige innspill til metodikk har vært gitt av Leonor Tarrasón.

NBV-prosjektet utføres med støtte fra Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet.

Innhold

	Side
Forord	1
1 Innledning	3
2 Mål, målgrupper og omfang	3
3 Beskrivelse av beregningsmetode og datagrunnlag	5
3.1 Konsentrasjonsberegning i tettsteder	5
3.2 Utvidelse i forhold til midlingstider	7
3.3 Tillegg til og modifikasjoner av metoden	7
3.3.1 Beregning av kildebidrag	7
3.3.2 Bidrag fra hovedveiene i tettstedet	8
3.3.3 Industri	10
3.3.4 Vedfyring	10
3.4 Datakilder	10
3.5 Prosedyre for beregning	11
4 Visualisering	12
4.1 Brukergrensesnitt	12
4.2 Resultatframstilling	13
5 Referanser	16
Vedlegg A Tettsteder inkludert i beregningene	17

Nasjonalt beregningsverktøy – AP5

Tettsteder og industri, metodebeskrivelse

1 Innledning

Formålet med prosjektet Nasjonalt Beregningsverktøy (NBV) er å bidra til økt bruk og bedret kvalitet av modellberegninger i forvaltning av luftkvalitet. Det vil derfor bli utviklet en felles metodikk som imøtekommer krav i lov- og regelverk for luftkvalitet. I utviklingen av NBV skilles det mellom tilstand av luftkvalitet i større byer og i mindre byer eller tettsteder. For syv byområder (Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Drammen, Sarpsborg/Fredrikstad og Skien/Porsgrunn) vil det bli etablert utslippsdata og spredningsdata for detaljerte modeller med 1x1 km rutenett og romlig oppløsning på meter nær veier. I 54 utvalgte byer og tettsteder vil det bli utviklet en enklere metode for å beregne nivå og omfang av de mest forurensede områdene i forhold til grenseverdier og kriterier for soneutbredelse gitt i T-1520 for nitrogendioksid og svevestøv.

En viktig forutsetning for alle produktene som skal utvikles under NBV prosjektet er at metodene skal være av dokumentert kvalitet. Derfor er både dokumentasjon av metodene og validering av disse en prioritering under arbeidet. Det satses på å publisere resultatene i vitenskapelige journaler, hvilket er en viktig del av kvalitetssikringen.

Denne rapporten gir en teknisk beskrivelse av metoden og identifiserer de produktene som skal utvikles under AP5 som et første steg mot implementering, testing og validering av systemet.

2 Mål, målgrupper og omfang

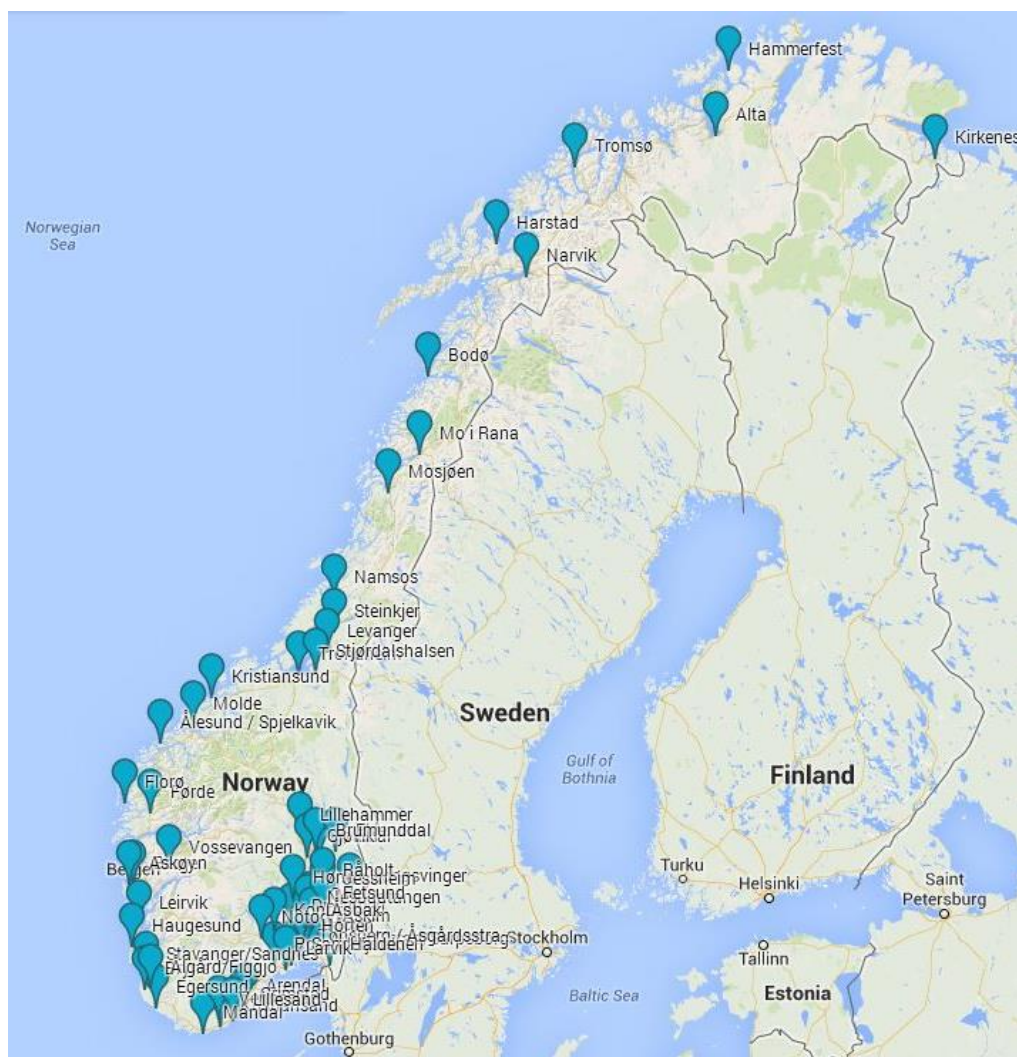
Målet for arbeidspakke 5 er å etablere en enkel metode for å beregne luftkvaliteten i tettsteder istedenfor å utvikle detaljerte utslippsoversikter og spredningsmodeller for disse områdene. Metoden tar hensyn til utslipp fra vegtrafikk og vedfyring, meteorologi og bakgrunnskonsentrasjoner. Metoden skal også tilrettelegge for beregninger i forbindelse med industriutslipp der dette kan være aktuelt. Beregningene vil inkludere komponentene PM₁₀ og NO₂ for tettstedsforurensning, og de relevante brukerdefinerte komponenter for spredning av forurensning fra industriutslipp. Beregningsmetoden vil i første omgang omfatte tettstedene som var gjenstand for grovkartlegging utført i 2014 (Tønnesen et al, 2014), og beregningsmetoden bygger på grovkartleggingsmetoden. Grovkartleggingen var basert på skalering av konsentrasjoner fra tettsteder der det var målinger av luftkvalitet, med skaleringsfaktorer for de dominerende kildegruppene basert på tilgjengelige skaleringsdata, befolkningstetthet og største trafikkmengde. Målgruppen for anvendelse av verktøyet er forvaltningen som arbeider med oppgaver som berører lokal luftkvalitet (som plan- eller forurensningsmyndighet), samt deres oppdragstakere.

Metoden skal utvikles slik at kildebidrag fra de viktigste utslippskildene kan kvantifiseres sammen med samlet forurensningsbelastning. I tillegg skal det bli

mulig å beregne utbredelse av soner for luftkvalitet slik de er definert i retningslinje T-1520, samt å foreta beregninger av timemiddelkonsentrasjoner av NO₂.

I grovkartleggingen utført av Tønnesen et al. (2014) ble totalt 61 byer og tettsteder vurdert. Hovedkriteriene for utvalget av disse byer og tettsteder var befolkningstetthet og nærhet til utslippskilder og industri. De 50 mest befolkede byer og tettsteder ble valgt og i tillegg 11 andre tettsteder for å få god geografisk spredning over landet. Tettstedene der det ble utført grovkartleggingen er vist i Figur 1 og Tabell A1 i vedlegg A. Det videre arbeidet er basert på det samme utvalget med unntak av de 7 byområdene der det utvikles mer detaljert modellering.

Metoden har tidligere vært navngitt som FM (Forenklet Metode), men vil heretter omtales som Enkel Luftkvalitets Beregning (ELB).



Figur 1: Tettsteder der det ble utført grovkartlegging av luftkvalitet i 2014.

3 Beskrivelse av beregningsmetode og datagrunnlag

Følgende kildetyper er av størst betydning for utbredelse av forurensning i tettstedene for de to viktigste lokale luftforurensningskomponentene:

- Bakgrunn (både NO₂ og PM₁₀)
- Vegtrafikk (både NO₂ og PM₁₀)
- Vedfyring (PM₁₀)
- Skip og havner (mest NO₂, noe PM₁₀)
- Industri (komponenter avhenger av type industri)

I beregningsmetoden legges det opp til å skille mellom kildebidrag fra opptil fire kildegrupper:

1. Forurensning som tilføres tettstedet utenfra (bakgrunn).
2. Lokalt generert forurensning i den bebygde delen av tettstedet som ikke skyldes utslipp fra spesifisert vegtrafikk (områdebelastning). Denne kildegruppen vil omfatte boligoppvarming i form av vedfyring.
3. Lokalt generert forurensning nær vegene med størst trafikkmengde (trafikk).
4. Utslipp fra industri nær tettstedet (industri).

3.1 Konsentrasjonsberegning i tettsteder

Metoden er beskrevet i NILU OR 47/2014 (Tønnesen et al, 2014). De viktigste elementene er gjengitt her.

Metoden tok hensyn til de lokale forurensningskildene vegtrafikk og boligoppvarming, det generelle regionale bakgrunnsbidraget og nærliggende industri. Spredningsklima var representert ved midlere vindhastighet. Forurensningsbidrag fra vegtrafikk var basert på trafikkmengde (ÅDT) for NO₂, mens det for PM₁₀ i tillegg ble tatt hensyn til piggdekkbruk og tungtrafikkandel. Forurensningsbidrag fra boligoppvarming var basert på befolkningstetthet som et relativt uttrykk for utslippsintensitet. Forurensningsbidrag fra industri var basert på nærliggende industris andel av samlede nasjonale utslipp, i forhold til tettstedets andel av nasjonal befolkning. Forurensningsbidrag fra langtransportert luftforurensning var inkludert i bakgrunnskonsentrasjonen. Mer steds spesifikke kilder som godsterminaler og havner var ikke med i beregningene fordi kvantifisering av bidraget fra disse ville kreve mer omfattende modelleringsarbeid.

Metoden estimerer luftforurensningskonsentrasjoner der hvor det ikke finnes målinger av luftforurensning. Estimater baserer seg på en sammenligning av luftforurensning med et sted hvor det finnes målinger av luftkvalitet. Stedet med målinger blir kalt referansemålested. Referansemålestedene ble valgt etter en vurdering av representativt spredningsklima. Estimater av luftforurensning der hvor det ikke finnes målinger er basert på en sammenligning av de kvantitative informasjonsfaktorer som påvirker luftkvalitet. Informasjonsfaktorene er hovedsakelig utslippsnivåene og spredning. Utslippene det tas hensyn til er: trafikk, vedfyring og oppvirling av svevestøv.

Luftkvalitetsnivåene ble beregnet ut fra konsentrasjonsmålinger fra et referansemålested (K_{ref}), og korrigert ved hjelp av faktorer som representerer utslippsmengden fra trafikk (definert på basis av maksimaltrafikk) og vedfyring (definert på basis av befolkningstetthet) og en spredningsfaktor (definert på basis av midlere vindhastighet). For konsentrasjoner av PM_{10} ble det i tillegg tatt hensyn til en faktor som representerer resuspensjon (Q_{tet} og Q_{ref}). Denne faktoren er beregnet på bakgrunn av hvordan tungrafikkandel og piggdekkbruk påvirker utslipp av svevestøv under forhold med tørr vegbane i piggdekk sesongen. Faktorene er de samme som anvendes i støvutslippsberegninger i AirQUIS og VLUFT. Formelen er vist i kapittel 3.3.2

Som mål på utslippsintensitet fra oppvarming var befolkningstettheten (BT_{tet} og BT_{ref}) anvendt slik det fremgår i ligning (1). Årsmiddel fra bakgrunnskonsentrasjoner fra både tettsteder og referansesteder er anvendt for å beregne forurensningsnivåer ($K_{tet}(bak)$ og $K_{ref}(bak)$), slik at skaleringen i forhold til referansemålingene bare gjøres for den lokale forurensningen. Beregningene i ligning (1) bygger på forutsetninger om at høye konsentrasjonsnivåer er proporsjonale med maksimal trafikk, høy befolkningstetthet, høy andel piggdekk og stor tungrafikkandel (Q_{tet} og Q_{ref}), og omvendt proporsjonalt med vindhastighet. Metoden tar hensyn til utslippsforhold, spredningsforhold og de viktigste kildegruppene av luftforurensning.

$$K_{tet} = \left[(K_{ref} - K_{ref}(bak)) * \frac{T_{tet}^{max} * BT_{tet} * U_{ref} * Q_{tet}}{T_{ref}^{max} * BT_{ref} * U_{tet} * Q_{ref}} \right] + K_{tet}(bak) \quad (1)$$

SYMBOL	BETYDNING
tet	indeks for tettsted beregningene utføres for
ref	indeks for tettsted der det er utført målinger
$K(bak)$	bakgrunnskonsentrasjon
BT	befolkningstetthet
T^{max}	maksimal trafikkmengde
U	midlere vindhastighet
Q	utslipp av vegstøv pr kjøretøy ved tørr vegbane i piggdekk sesongen

En faktor for relativ viktighet av nærliggende industri ble beregnet etter formel (2), som uttrykker forholdet mellom relativ andel av utslipp og relativ andel av befolkning.

$$PI = \frac{\frac{U_{Ind}}{U_N}}{\frac{B_{tet}}{B_N}} \quad (2)$$

SYMBOL	BETYDNING
tet	indeks for tettsted beregningene utføres for
N	indeks for nasjonalt tall
U	utslipp
B	befolkning

Hvor U_{ind} er industrielt utslipp og U_N er nasjonalt utslipp. B_{tet} står for befolkning i tettstedet og B_N står for nasjonal befolkning. Andelene blir rangert fra lavest til høyest med en lineær interpolasjon. Resultatene ble anvendt for eventuelt å justere

opp anslått maksimalnivå av forurensning fra formel (1). Formel (2) gir imidlertid bare en rangering av utslippsmengde for industri i forhold til andre kilder, den gir ikke konsentrasjoner i luft.

3.2 Utvidelse i forhold til midlingstider

I arbeid med grovkartleggingen ble formel (1) benyttet til å beregne årlig middelerdi av PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 , samt nivået av den 36. høyeste årlige døgnmiddelerdien av PM_{10} . Beregning av $PM_{2,5}$ er ikke videreført til ELB, fordi det var generelt svært god margin til grenseverdien for denne komponenten. For PM_{10} og NO_2 bør metoden utvides til å dekke grenseverdi for timemiddelerkonsentrasjon av NO_2 (gitt ved den 19. høyeste årlige timemiddelerdien) samt den 8. høyeste årlige døgnmiddelerkonsentrasjonen av PM_{10} , som er ett av vurderingskriteriene for fastsettelse av luftkvalitetssoner i T-1520 - Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging.

3.3 Tillegg til og modifikasjoner av metoden

Under grovkartleggingen ble det beregnet årsmiddelerkonsentrasjon av NO_2 , årsmiddelerkonsentrasjon av PM_{10} og døgnmiddelerkonsentrasjon for den 36. høyeste døgnmiddelerkonsentrasjonen av PM_{10} . Med formål å beregne utstrekning av forurensning i forhold til et utvidet sett av bedømmingsmål for luftkvalitet må beregningene utvides til å omfatte det 8. høyeste døgnnet av PM_{10} . I forhold til lokale potensielle problemer med grenseverdier for luftkvalitet bør også timemiddelerkonsentrasjon av NO_2 (19. høyeste timemiddelerkonsentrasjon) inngå.

Beregning av disse parameterne vil bli utført etter formel (1), men referansekonsentrasjonene, bakgrunnsbidraget og anvendte vinddata bør endres. For beregning av de høyeste timemiddelerkonsentrasjonene vil det bli benyttet en prosentilverdi for forekomst av svak vind istedenfor midlere vindstyrke.

I etterkant av grovkartleggingen har NILU innhentet data for fylkesvis vedforbruk. Disse dataene er koblet til tettstedsbefolkning, og uttrykker gjennomsnittlig vedforbruk pr. innbygger i tettstedet. Dette kan være en bedre parameter for beregning av PM_{10} enn befolkningstetthet, og dette vil bli undersøkt i forbindelse med etableringen av ELB.

3.3.1 Beregning av kildebidrag

For formålet kildeallokering benyttes en oppdeling i kildegrupper for beregnede konsentrasjoner som vist i Tabell 1.

Tabell 1: Kildegrupper for NO_2 og PM_{10} i ELB.

Parameter	Andre (inkl. Bakgrunn)	Trafikk	Vedfyring	Industri
PM_{10}	X	X ¹⁾	X	X
NO_2	X	X	-	X

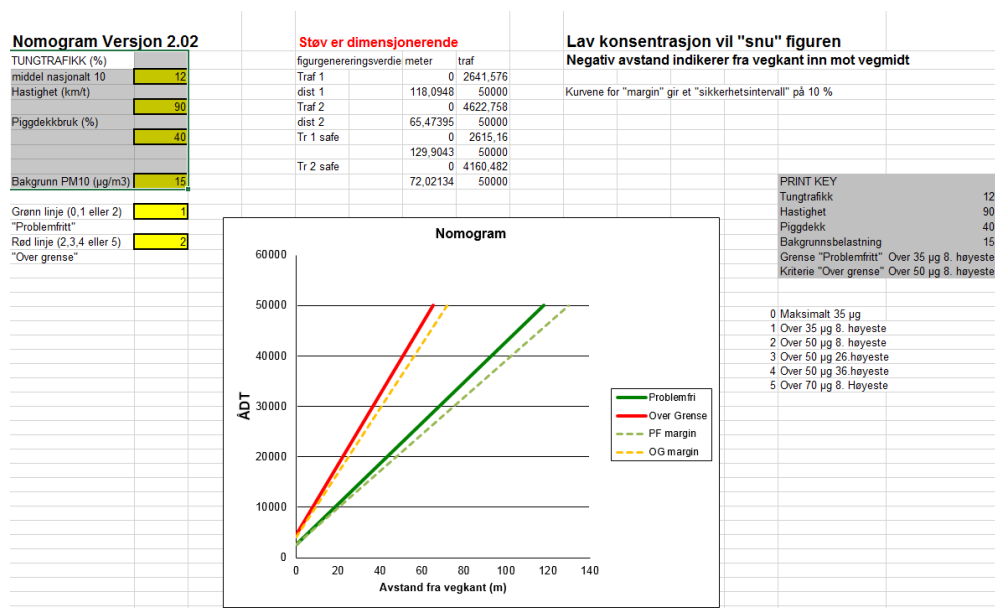
1): Samlet bidrag fra eksospartikler og opphvirvlet vegstøv

Kildeallokering for NO_2 vil være gitt ved differansen mellom samlet konsentrasjon og bakgrunnsbelastningen anvendt i formel (1). Fordeling mellom det lokale vedfyringsbidraget og trafikens bidrag for PM_{10} framkommer ved en separat

beregning av PM_{10} fra trafikk, beskrevet i eget underkapittel. En beregningsmodul for konsentrasjonsbidrag fra industri er beskrevet i eget underkapittel. Bidraget fra industri kommer i tillegg til konsentrasjoner beregnet etter formel (1) og erstatter den tidligere rangeringsberegningen (formel 2) med et beregnet konsentrasjonsbidrag.

3.3.2 Bidrag fra hovedveiene i tettstedet

Beregningen utføres med en omarbeidet versjon av Nomogram versjon 2.02 (ModLUFT). Figur 2 viser det eksisterende nomogrammet. Dette nomogrammet beregner hvor stor trafikkmengden må være for å gi konsentrasjon av PM_{10} ut til beregnede avstander. Inngangsdata i nytt Nomogram (for både PM_{10} og NO_2) blir trafikkmengde, kjørehastighet og sum bidrag fra regional bakgrunn, tettstedsbakgrunn og midlere vindhastighet. Det velges også hvilke konsentrasjonsnivåer som skal inngå i beregningen. For beregning av PM_{10} er piggdekkandel i vintersesongen også inngangsdata. Resultater blir gitt i form av avstand (fra vegkant) til de valgte luftkvalitetsmålene, samt kildebidrag i prosent for konsentrasjonen på de beregnede avstandene. Det vil ligge forslag til verdier i feltene for inngangsdata basert på regionale eller nasjonale data.



Figur 2: Nomogram versjon 2.02. Inngangsdata legges i gule felter, og linjene beregnes i henhold til disse.

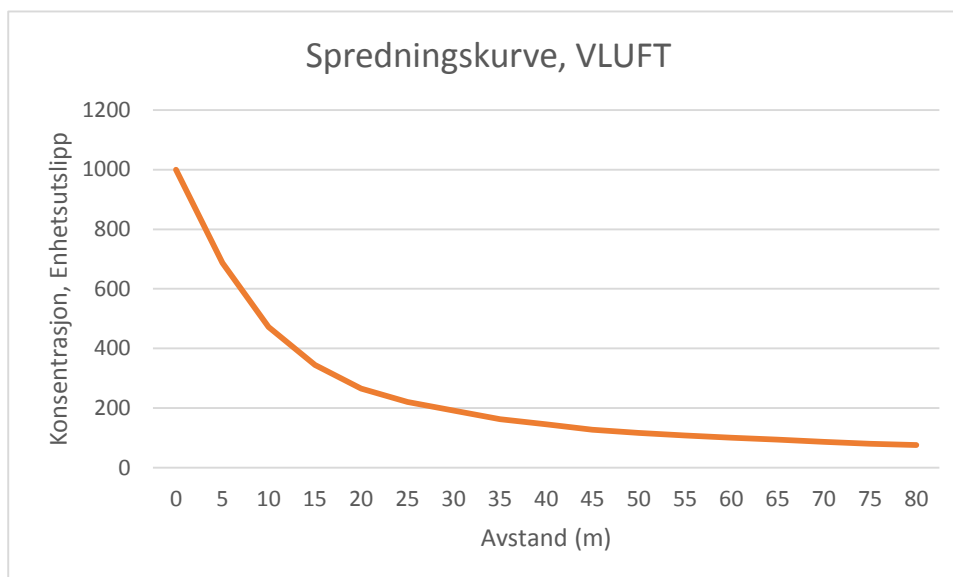
Grunnlag for nytt Nomogram er utslippsberegning for PM_{10} og NO_2 , samt spredningskurve for enhetsutslipp fra veg fra programmet VLUFT (Tønnesen, 2000), vist i Figur 3. Enhetsutslipp på 1 g/km gir konsentrasjon i $\mu g/m^3$ i spredningskurven. Verdiene skaleres med utslipp beregnet fra de innlagte trafikldataene. Utslipp av PM_{10} beregnes som sum av eksospartikler og opphvirvlet vegstøv. For eksospartikkelutslipp og utslipp av NO_2 benyttes utslippsfaktorer for teknologiklasser, drivstofftype og kjøretøysammensetning, grunnlag for beregningene vil bli lagt i arbeidspakke 2 (AP2) i NBV.

Utslipp av PM₁₀ fra opphvirvlet vegstøv beregnes etter formelen benyttet i VLUFT og utslippsmodulen i AirQUIS:

$$Q_R = \text{ÅDT} \times 0,267 \times (0,258 \text{ TT} + 1,436) \times (V^2 / 5625) \times (0,14 + 0,86 \times \text{PA}) / 100$$

SYMBOL	BETYDNING
Q _R	Utslipp av opphvirvlet vegstøv
ÅDT	Trafikkmengde (årsdøgntrafikk)
TT	Tungtrafikk i %
V	Trafikkhastighet (km/t)
PA	Piggdekkandel
0,267	Eksospartikkelutslipp da formelen ble utviklet. Holdes konstant fordi vegstøvutslippet ikke avhenger av motorteknologi
0,258 1,436	Konstanter i lineær ligning for tungtrafikkens påvirkning
5625	Kvadrat av hastighet for vegen der formelen ble utviklet
0,14	Oppvirvling av vegstøv utenom piggdekk sesongen

Q_R er døgnutslipp av vegstøv under tørre forhold i piggdekk sesongen, ÅDT er trafikkmengde, 0,267 er utslipp av eksospartikler fra kjøretøyteknologi på tidspunktet datagrunnlaget for formelen ble utviklet, TT er % tunge kjøretøy i trafikkstrømmen, 0,258 og 1,436 er empirisk bestemte faktorer, V er kjørehastighet, 5625 er kvadratet av hastigheten på veien dataene ble innsamlet, PA er andel biler med piggdekk, og 0,14 er opphvirvlet vegstøv utenfor piggdekk sesong i forhold til opphvirvlet vegstøv i piggdekk sesong der alle biler bruker piggdekk.



Figur 3: Spredningskurve for enhetsutslipp fra VLUFT.

Spredningskurven i VLUFT er basert på beregningsprogrammet HIWAY 2 (Petersen, 1980) og er basert på modellert spredning av et enhetsutslipp fra en rett vegstrekning på 5 km, modellert for 18 vindretninger varierende fra parallell vind med vei via vind vinkelrett på vei ned til motsatt vindretning parallelt med vei. For hver 5. meter fra veien er den maksimale konsentrasjonen fra HIWAY 2 valgt ut. Datapunktene for spredningskurven i Figur 3 er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Konsentrasjon i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på angitt avstand i meter fra senterlinje av vei for enhetsutslipp på $1 \text{ g}/(\text{km}^*\text{s})$ med vindstyrke 1 m/s .

Avstand	0	5	10	15	20	25
Konsentrasjon	1000	687	472	345	265	220
Avstand	30	35	40	45	50	55
Konsentrasjon	191	163	145	127	117	108
Avstand	60	65	70	75	80	
Konsentrasjon	101	94	87	80	76	

Enhetsutslippet på $1 \text{ g}/(\text{km}^*\text{s})$ av NO_2 fra dagens bilpark svarer til en maksimal timetraffikk på omtrent 40 000 kjøretøy pr time. De utslippsskalerte timekonsentrasjonene vil vanligvis ligge på under 1/10 av verdiene i spredningskurven. Hvilken vindhastighet som skal anvendes i skalering av spredning avhenger av om det skal beregnes timemiddel, døgnmiddel eller årsmiddelverdi.

3.3.3 Industri

For bidrag fra industri legges det til rette for en forenklet beregningsmetode der maksimale timemiddelkonsentrasjoner basert på et enhetsutslipp er pre prosessert for fire typiske utslippsutforminger; hallutslipp og utslipp fra lav, middels og høy skorstein. Bruker angir utslippsmengde og utslippsenhet, og beregningsresultater gis i form av timemiddelkonsentrasjon, døgnmiddelkonsentrasjon og årsmiddelkonsentrasjon samt retning og avstand til disse fra utslippet og en utstrekning av området der konsentrasjonen er nær maksimalkonsentrasjonen. Til pre prosessering av spredningskurvene vil NILUs stasjonære gaussiske spredningsmodell CONCX (Bøhler, 1987) anvendes. De nødvendige meteorologiske dataene for disse beregningene vil baseres på de innhentede vinddataene som er pre prosessert for tettstedet.

3.3.4 Vedfyring

Bidraget fra vedfyring er integrert i skaleringsfaktorene for beregning av samlet belastning i formel (1). Bidrag fra vedfyring kvantifiseres fra total konsentrasjon, som en differanse mellom denne og summen av bakgrunnskonsentrasjon og beregnet bidrag fra vegtrafikk. Dette er en forenkling som innebærer at vegstøv som genereres på veier utenom det primære vegnettet blir regnet som vedfyringsbidrag.

3.4 Datakilder

Metoden for å beregne konsentrasjonsnivå skal ta hensyn til de lokale forurensningskildene vegtrafikk og boligoppvarming, det generelle regionale konsentrasjonsbidraget utenfra tettstedet og nærliggende industri. Variasjon i spredningsklima blir representert ved midlere vindhastighet og prosentilverdi for svak vind. Mer steds spesifikke kilder som godsterminaler og havner er ikke med i beregningene fordi kvantifisering av bidraget fra disse vil kreve mer omfattende modelleringsarbeid. Resultater fra Arbeidspakke 2 i NBV vil benyttes til å gi en steds spesifikk kommentar der havnevirksomhet kan gi signifikant bidrag til konsentrasjonsnivået.

Beregningsgrunnlag for å generere tabeller og grafer for resultatene vil bestå av bearbejdede data fra bakgrunnsatlasen som finnes på <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT> befolkningstetthet eller befolkningsfordelt forbruk av ved i tettstedet fra statistisk sentralbyrås fylkesvise forbruksdata, midlere vindstyrke og prosentilverdi for svak vind. Trafikkdata (mengde og sammensetning) for de sterkeste trafikkerte vegene i tettstedet er lagt inn i forbindelse med beregning av samlet konsentrasjon, men kan også legges inn av brukerne dersom de ønsker å undersøke områder med lavere trafikk tall eller ønsker å beregne tiltak. For den første versjonen av beregningsverktøyet vil vinddata måtte komme fra klima-basen (MetNO), senere versjoner vil kunne benytte vindfeltberegningene fra arbeidspakke 3.

3.5 Prosedyre for beregning

For 54 av de 61 tettstedene som var med i grovkartleggingen vil data bli preprosessert og lagt inn i en oppslagstabell som inneholder samlet konsentrasjon i mest belastet område og grunnlag for å foreta beregninger av utbredelse. I de øvrige 7 byene er mer avanserte beregningsmodeller etablert, og de inngår derfor ikke i ELB. Tabellen vil inneholde bidrag fra bakgrunn og tettstedskonsentrasjon, samt en avstand fra geografisk tyngdepunkt til grense for hvor samlet konsentrasjon er nær regional bakgrunn. Vinddata for anvendelse i Nomogram samt forslag til noen av inngangsparametere i Nomogram vil også ligge i tabellen.

Deretter benyttes nomogrammet til å fullføre beregningen dersom det ikke finnes industrikilder i tettstedet. Der det finnes industri fullføres beregningene med en industribidragsberegning, og resultatene fra beregningene presenteres som en enkel graf og resultat tabeller.

De ferdigprosesserte dataene kan overskrives dersom beregningene utføres som tiltaks- eller framskrivningsberegninger.

For framstilling av kartfestet konsentrasjon vil behovene være avhengig av hvilken sammenheng kartet skal brukes, for eksempel vil arealplanlegging og detaljreguleringer ha ulike behov. Resultatene gis derfor ikke som kartfestet informasjon, men som informasjon overførbar til kart i form av tabeller, slik at brukerne selv kan velge grunnlagskart som passer til bruken. Eksempler på tabeller med resultater er vist i kapittel 4.2 .

Det skal lages resultat tabeller og enkle grafer tilpasset følgende bruk:

- Beregning av utbredelse av luftsoner i henhold til retningslinje T-1520
- Beregning av utbredelse for årsmiddelverdi av NO₂ og PM₁₀
- Beregning av utbredelse for 36. høyeste døgnmiddelverdi av PM₁₀
- Beregning av utbredelse for 19. høyeste timemiddelverdi av NO₂.

Grafene vil også kunne benyttes til å vurdere konsentrasjonsnivået mot terskelverdiene knyttet til grenseverdiene.

4 Visualisering

4.1 Brukergrensesnitt

Beregningene vil gjennomføres ved bruk av ferdig prosesserte data knyttet til tettstedets navn (bakgrunnskonsentrasjoner og maksimale konsentrasjoner i henhold til datagrunnlaget for grovkartleggingen) og av inngangsdata fra bruker. Oppslag på navn og angivelse av type beregning vil returnere konsentrasjoner for bakgrunn og samlet belastning fra kilder utenom industri. Midlingstiden for de returnerte dataene er avhengig av valgt beregningstype, luftsonekart eller nivå i forhold til grenseverdier. Beregninger av kildebidrag fra trafikk og utbredelse av denne fra de største vegene utføres i beregningsmodul for vegnær forurensningsbelastning (Nomogram) der brukeren legger inn relevante data for utslippsberegning og spredningsberegning av forurensningsnivået. For beregning av framtidig situasjon eller effekt av tiltak vil det kunne legges inn endrede trafikkdata, og beregning av vegnær forurensning kan utføres med prognose for endrede trafikkdata. Utslippsberegningene knyttet til Nomogrammet vil inneholde en tidsavhengig framskrivning av spesifikke utslipp for dagens kjøretøybestand og antatt utskiftingstakt. Ved valg av årstall for framskrivning vil sammensetning av kjøretøybestanden bli vist.

Beregning for kildegruppe industri gjennomføres i en egen modul. Forurensningsbelastning som funksjon av avstand fra utslipp vil bli pre prosessert for fire hovedtyper av utforming: Takutslipp fra haller samt utslipp gjennom lav, middels og høy skorstein. De pre prosesserte konsentrasjonsdataene vil bli skalert med den utslippsmengden brukeren angir.

Nødvendig inngangsdata fra brukere er skjematisk framstilt i Figur 4 .

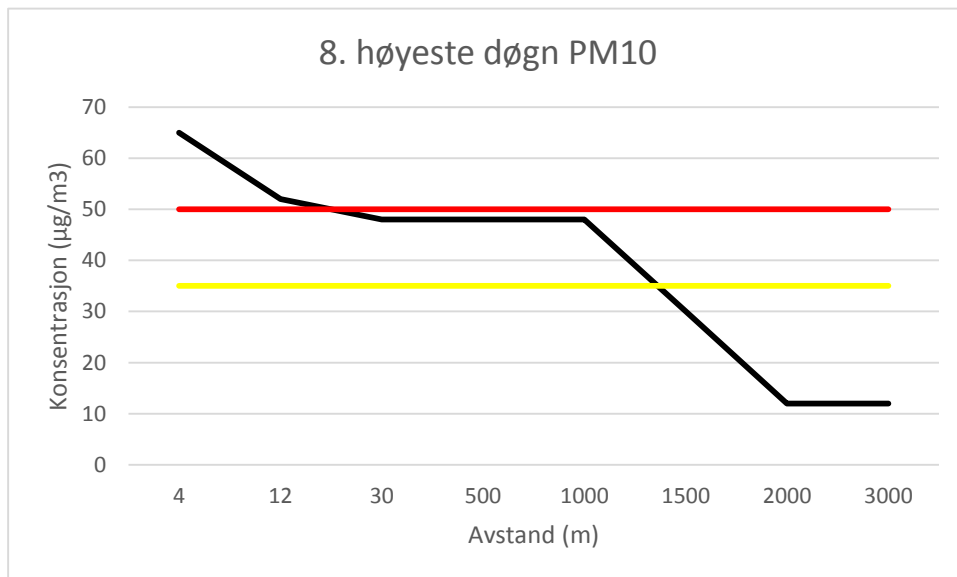
Velg tettsted					
Velg kriterie	Luftsoner	Grenseverdi			
	PM10	NO2			
Bidrag fra andre kilder	15	25			
Angi trafikkdata (Årsdøgntrafikk) TUNGTRAFIKK (%)					
middel nasjonalt 10	10	(forslag)			
Piggdekkbruk (%)	40	(forslag, data fra luftkvalitet.info)			
Hastighet (km/t)	60				
Framskrivning ?	Ja / Nei	2015-2035	Rullgardin valg		
Start industriberegning					
Velg type	Hall/lav/middels/høy				
Utslippsmengde enhet		(g/s, kg/t,t/å)			

Figur 4: Skjematisk framstilling av inngangsdata fra bruker for enkel luftkvalitetsberegning. Bokser med ramme viser brukerens inndata eller valg. Noen av disse vil inneholde forslag, eller et begrenset antall valg.

4.2 Resultatframstilling

Resultatene vil til å begynne med foreligge som tabeller og forenklete grafer, og de lokale brukerne må selv overføre informasjonen til kart. Tabellinformasjonen er stedfestet i forhold til veg med den anvendte trafikkmengden. Tabellene vil inneholde prosentvis kildebidrag knyttet til forekommende konsentrasjonsnivåer for tre kildegrupper, bakgrunn, trafikk og vedfyring. Grafene vil gis ha et innhold som skissert i Figur 5. Figuren viser konsentrasjon nær veg med en samlet konsentrasjon på $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvorav det maksimale bidraget fra veg utgjør et tillegg på $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 4 m avstand), generell tettstedskonsentrasjon ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ut til 1 km), og avtrapping av denne til bakgrunnsnivå ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 2 km avstand fra maksimalt belastet område), beregnet for 8. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon av PM_{10} , ett av kriteriene for definisjon av luftsoner etter retningslinje T-1520.

Grafer for den øvrige bruken vist i kapittel 3.5 vil ha en tilsvarende form, men ulik konsentrasjonsskala og grenseverdimerking.



Figur 5: Eksempel på forenklet graf for utbredelse av forurensning i et tettsted. Rød og gul strek er knyttet til kriteriene for soneinndeling gitt i retningslinje T-1520.

Tabeller for utbredelse vil ha noe forskjellig innhold avhengig av om beregningene gjelder luftsoner eller grenseverdier. Eksempel er vist i Tabell 3 og Tabell 4.

Tabell 3: Eksempel på utbredelse, luftsoner.

Luftkvalitetssoner	Avstand fra beregnet veg
Rød sone ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	25 m
Gul sone ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	38 m

Tabell 4: Eksempel på utbredelse, grenseverdi for døgnmiddel PM_{10} gitt ved nivå av det 36. høyeste døgnet.

Grenseverdi, døgn PM_{10}	Avstand	Nivå ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Overskridelse ut til	12 m	50
Bidrag fra veg < 5 %	38 m	31
Tettstedkonsentrasjon < 5 %	1,5 km	18

Tabellen vil inneholde en kildefordelingsmatrise for de definerte avstandene, en mulig form på tabellen er vist nedenfor.

Tabell 5: Eksempel på resultattabell for kildefordeling.

Komponent PM_{10}	Rød Sone	Gul Sone	Utkant
Kildegruppe			
Bakgrunn	15 %	30 %	50 %
Boligoppvarming	45 %	65 %	45 %
Vegtrafikk	40 %	5 %	5 %

Konsentrasjon fra industri vil også bli presentert i form av en tabell med angivelse av plassering i forhold til utslipp, nivå av bidrag, og størrelse av det mest belastede området. Midlere konsentrasjonsbidrag utenfor maksimalt belastet område angis også. Et eksempel på mulig presentasjonsform er vist nedenfor i Tabell 6.

Tabell 6: Eksempel på resultattabell for industri.

Komponent:	PM ₁₀	Avstand	Utbredelse
Timemiddel	45 µg/m ³	350 m	50 m ²
Døgnmiddel	6µg/m ³	400 m	80 m ²
Årsmiddel	0,2 µg/m ³	450 m	120 m ²
Retning til mest belastet område:	Nordvest (30 grader)		
Middelkonsentrasjon	0,01 µg/m ³		

Kildeallokering av forurensningsbidrag fra industri vil beregnes for de maksimalt belastede områdene ved å sammenligne samlet konsentrasjon uten industrikilde med samlet konsentrasjon inkludert industrikilde

5 Referanser

Tønnesen, D., Hak, C., Lopez-Aparicio, S., Tarrasón, L. (2014) Kartlegging av forurensningssituasjonen i norske byer og tettsteder med vurdering av soneinndeling og av eksisterende målenettverk. Kjeller, NILU (NILU OR, 47/2014).

Tønnesen, D. (2000) Programdokumentasjon VLUFT versjon 4.4. Kjeller, NILU (NILU TR 7/2000).

Petersen, W.B. (1980) Users guide for Hiway-2: A highway air pollution model. Research Triangle Park, NC., U.S. Environmental Protection Agency (EPA-600/8-80-018).

Bøhler, T. (1987) Users guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm, NILU (NILU TR 8/87).

Vedlegg A

Tettsteder inkludert i beregningene

Tabell A1: Tettsteder inkludert i grovkartleggingen. 7 av disse inngår ikke i Enkel Luftkvalitets Beregning.

År	2000		2000	2012		2013
	Bosatte	Areal (km ²)	MaksTrafikk (ÅDT)	Bosatte	Areal (km ²)	MaksTrafikk (ÅDT)
Alta	11496	8,55	7572	14439	10,55	11120
Arendal	30153	24,01	11150	33778	27,09	16376
Ås	7508	4,69	7967	9127	5,23	11700
Askim	11932	7,25	10195	13407	8,15	14973
Askøy	14476	14,19	6809	19138	15,02	10000
Bergen	205759	86,07	60184	238098	96,71	88389
Bodø	32343	13,27	15552	38326	15,5	22840
Brumunddal	8161	6,89	11592	9282	7,37	17025
Bryne	6917	4,65	8988	10514	5,35	13200
Drammen	86732	46,53	19339	101995	50,96	28402
Drøbak	10996	6,61	9393	13006	6,98	13795
Egersund	9178	5,95	8511	10874	6,63	12500
Elverum	11633	11,62	6741	13913	12,51	9900
Fetsund	6169	5,04	11347	7328	5,93	16665
Florø	7631	5,66	4971	8642	5,98	7300
Førde	8199	5,35	8716	9571	6,15	12800
Fredrikstad/Sarpsborg	93273	62,48	18666	105545	67,31	27413
Gjøvik	16875	12,01	11056	19261	13,2	16238
Grimstad	8883	8,64	7886	11662	10,34	11581
Halden	21294	12,5	12770	23897	15,39	18755
Hamar	27514	16,56	11592	30921	18,23	17025
Hammerfest	6654	2,73	4201	7119	2,78	6170
Harstad	18469	10,62	11235	19983	11,62	16500
Haugesund	39112	21,77	18861	44524	24,1	27700
Hønefoss	13681	9,36	13754	14860	10,52	20200
Horten	16755	8,25	5447	18713	8,67	8000
Jessheim	9522	6,34	5992	17319	9,1	8800
Kirkenes	3220	1,9	2880	3444	2,06	4230
Kongsberg	16736	11,85	11371	19861	13,24	16700
Kongsvinger	11045	7,64	9533	11589	8,63	14000
Kristiansand	61400	29,29	29633	70204	33,8	43520
Kristiansund	16693	7,71	12915	17456	7,82	18968
Larvik	22193	13,08	8270	24422	14,89	12146
Leirvik	10808	8,24	7149	11670	8,46	10500
Levanger	6677	4,7	9381	9239	6	13777
Lillehammer	18876	11,27	10408	20857	12,67	15286
Lillesand	5923	4,47	3541	6638	5	5200
Mandal	9648	6,25	5515	10884	6,98	8100
Mo i Rana	17768	11,44	8852	18317	13,83	13000
Molde	18163	9,07	9535	20132	11,07	14003
Mosjøen	9624	5,88	7286	9580	6,4	10700
Moss	33081	16,35	25607	43553	23,01	37608
Namsos	8802	6,42	4902	9554	7,26	7200
Narvik	14142	6,34	8443	14035	6,99	12400
Nesoddtangen	10275	6,43	3578	12020	7	5255
Notodden	8193	7,19	7047	8762	7,8	10350
Oslo	773498	269,1	59296	925242	289,84	87085
Porsgrunn/Skien	83409	53,36	13790	88860	60,48	20252
Råholt	7536	7,18	8375	11070	8,84	12300
Sandefjord	37229	24,6	10214	42212	28,02	15000
Ski	12055	6,28	8171	13891	6,98	12000
Stavanger/Sandnes	162083	69,8	44175	201353	81,23	64877
Steinkjer	10501	7,69	11235	11908	8,81	16500
Stjørdalshalsen	8826	5,94	11167	11416	7,36	16400
Tønsberg	43346	29,38	11442	49093	31,07	16804
Tromsø	49372	21,24	10600	57015	22,8	15567
Trondheim	140631	58,17	32350	167598	63,93	47511
Vennesla	10553	8,01	6264	11894	8,79	9200
Vossevangen	5344	4,38	7830	5993	4,69	11500
Ålesund / Spjelkavik	35832	21,22	15622	48460	30,51	22943
Ålgård/Figgjo	8089	4,34	10894	9972	5,19	16000



Norsk institutt
for luftforskning

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, 2027 Kjeller
Deltaker i CIENS og Framsenteret
ISO-sertifisert etter NS-EN ISO 9001/ISO 14001

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. OR 14/2015	ISBN: 978-82-425-2772-1 (trykt) 978-82-425-2773-8 (elektronisk)	
DATO 22/05/2015	ANSV. SIGN. 	ANT. SIDER 19	PRIS NOK 150,-
TITTEL Nasjonalt beregningsverktøy – AP5 Tettsteder og industri, metodebeskrivelse		PROSJEKTLEDER Leonor Tarrason	
		NILU PROSJEKT NR. O-114092	
FORFATTER(E) Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Isabella Kasin	
KVALITETSSIKRER: Britt-Ann Høiskar			
OPPDRAKSGIVER Miljødirektoratet Postboks 5672 Sluppen 7485 Trondheim			
STIKKORD Luftkvalitet	By- og trafikkforurensning	Modellering	
REFERAT Rapporten gir en teknisk beskrivelse av metoden og identifiserer de produktene som skal utvikles under AP5 (forenklet modellering, tettsteder og industri) som et første steg mot implementering, testing og validering av systemet.			
TITLE National Air Quality Tool. Towns and industry. Description of method.			
ABSTRACT This report gives a description of a method for simplified modelling of air pollution in towns and industrial sites. The products to be developed in this work package is presented.			

* Kategorier
A Åpen – kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-114092
DATO: MAI 2015
ISBN: 978-82-425-2772-1 (trykt)
978-82-425-2773-8 (elektronisk)

NILU – Norsk institutt for luftforskning er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.