





Air Quality Innovation Programme

Improving air quality along motorways

Innovatieprogramma Luchtkwaliteit

Verbeteren van de luchtkwaliteit langs snelwegen

Table of contents

Off the beaten track	4
Transport ministry, project principal: "Air Quality Innovation Programme is unique in the world"	10
IPL Operations Director: "We charted unknown territory"	14
The market: "Industry has a responsibility to society, too"	16
Noise barriers and air quality	18
Eastern Netherlands Department: "Permanent innovation"	20
North Holland Department: "Better answers to questions"	22
Results: what do we implement, and what not?	24
NSL and IPL: what's the connection?	28
Vegetation	30
The 'Fresh Look' competition: even more new ideas	32
"Barrier impact of vegetation is very limited"	34
Cleaning road surfaces	36
"See it as a moisture absorber"	38
Catalytic breakdown	42
"The pollution simply doesn't reach the barrier"	44
Motorway canopies with air treatment	46
Out in the polder, or Amsterdam ring road?	48
The Electrostatic Concept: static electricity is a particle attractor	50
"A canopy is as much a problem as a solution"	52
Dynamic Traffic Management	56
'Dynamic driving' to relieve congestion and air pollution	58
"Integrated approach to road surfaces"	60
Not all measurements are the same	62
Help and advice from scientists	64
More than just technical measures	66
Programme management: the lessons learned	70
Publications IPL	72
Colofon	73
Partners IPL	74

Inhoud

Buiten het gebaande pad	5
Opdrachtgever Verkeer en Waterstaat: "Het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is uniek in de wereld"	11
Programmamanager IPL: "We hebben onontgonnen terrein verkend"	15
De markt: "Het bedrijfsleven heeft ook een maatschappelijke verantwoordelijkheid"	17
Geluidsschermen en luchtkwaliteit	19
Dienst Oost Nederland: "Voortdurend innoveren"	21
Dienst Noord-Holland: "Beter antwoord geven op vragen"	23
Resultaten: wat doen we wel en niet?	25
Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit en IPL: wat is het verband?	29
Vegetatie	31
Prijsvraag Frisse Kijk: nóg meer nieuwe ideeën	33
"Effect van groen als scherm zeer beperkt"	35
Reinigen van het wegdek	37
"Vergelijk het met een vochtvreter"	39
Katalytische afbraak	43
"Schadelijke stoffen halen het niet tot het scherm"	45
Snelwegen overkappen en lucht behandelen	47
Weiland in de polder of Ring Amsterdam?	49
Elektrostatisch Concept: statische elektriciteit trekt fijnstof aan	51
"Een overkapping is oplossing en probleem tegelijk"	53
Dynamisch Verkeersmanagement	57
Meerijden tegen files en luchtverontreiniging	59
"Integrale visie op het wegdek"	61
De ene meting is de andere niet	63
Hulp en advies vanuit de wetenschap	65
Meer dan technische maatregelen	67
Programmamanagement: de lessons learned	71
Publicaties IPL	72
Colofon	73
Partners IPL	74

Off the beaten track

How clean the air is has a direct impact on people's health, which is why air quality features high on the political agenda. The cabinet is making every effort to protect the Dutch population from air pollution. After all, we're talking about everyone's health.

The country's vehicle fleet is set to become steadily cleaner, certainly in the longer term. Today, though, road traffic still accounts for a substantial share of pollutant emissions. And those emissions must be reduced. In the European context we have pledged that levels of airborne particulates (PM₁₀) and nitrogen dioxide (NO₂) will satisfy EU standards by the 1st of January, 2015.

Those deadlines and the respective standards we intend to meet. Which is why we have set up the National Cooperative Air Quality Programme - in Dutch: NSL - in partnership with local and provincial authorities. That programme sets out an array of measures to improve air quality along national roads and the secondary road grid.

To complement the NSL, in 2005 the Air Quality Innovation Programme was launched with the aim of finding innovative solutions for further improving air quality along the country's motorways.

Under the umbrella of this programme, a number of large-scale practical trials were conducted. Among the topics investigated in those trials were the use of barriers and roadside vegetation and wet cleaning of road surfaces. The impact of 'dynamic driving' and creating an electrostatic field in tunnels to capture particulates were also examined.

Some of the measures tested appear eligible for practical implementation. Others proved less effective than originally anticipated on the basis of literature and laboratory studies. But that, too, is valuable information. Now we can focus on the measures that hold out most promise.

What was the greatest strength of the Air Quality Innovation Programme? In the first place it brought together international know-how, which bore fruit in the form of valuable measurements. Second, the practical trials were on an unprecedented scale. And third, there was good collaboration between the government, the market and science.

With all the valuable practical data now available, the market and knowledge institutes are now in a position to move forward. And so air quality continues to be improved.

In conclusion, then, the Air Quality Innovation Programme has given a major impetus to innovative solutions for improving air quality. Now the programme has come to an end, we sincerely hope the market and knowledge institutes take over the baton. And that they continue to use their creativity and entrepreneurial drive to improve air quality.

Jacqueline Cramer,
Minister of Housing, Spatial Planning and the Environment

Camiel Eurlings
Minister of Transport, Public Works and Water Management



Buiten het gebaande pad

Hoe schoon de lucht is, heeft een direct effect op de gezondheid van mensen. Om die reden staat luchtkwaliteit hoog op de politieke agenda. Het kabinet beschermt de mensen in Nederland dan ook tegen luchtverontreiniging. Het gaat per slot van rekening om de gezondheid van ons allemaal.

Het wagenpark zal - zeker op de langere termijn - steeds schoner worden. Maar nu draagt het verkeer nog in belangrijke mate bij aan de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. En die uitstoot moet omlaag. In Europees verband hebben we afgesproken dat de concentraties van fijnstof (PM₁₀) in juni 2011 en stikstofoxiden (NO₂) per 1 januari 2015 zullen voldoen aan de Europese normen.

Die deadlines en de bijbehorende normen willen we halen. Daarom hebben wij in samenwerking met de decentrale overheden het zogeheten 'Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit' (NSL) opgesteld. Dit programma bevat een pakket van maatregelen voor het verbeteren van de luchtkwaliteit langs het rijkswegennet en het onderliggend wegennet.

Naast het nationale luchtkwaliteitsprogramma NSL is in 2005 het 'Innovatieprogramma Luchtkwaliteit' in het leven geroepen. Hiermee zoeken we naar innovatieve oplossingen voor het verder verbeteren van de luchtkwaliteit langs het rijkswegennet.

Vanuit het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is een aantal grootschalige praktijkproeven opgezet. Deze praktijkproeven richtten zich onder andere op het inzetten van schermen, het gebruik van vegetatie en het nat reinigen van het wegoppervlak. Ook is gekeken naar het effect van dynamische snelheden en het aanbrengen van een elektrostatisch veld in een tunnel voor het afvangen van fijnstof.

Sommige maatregelen lijken geschikt om ook daadwerkelijk in de praktijk toe te passen. Andere beproefde maatregelen bleken minder effectief dan van tevoren op basis van literatuur- en laboratoriumonderzoek was verwacht. Maar ook dat is waardevolle informatie. Nu kunnen we ons focussen op die maatregelen die kansrijk zijn.

Waarin schilde de kracht van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit? Ten eerste bracht het internationale kennis samen, met waardevolle meetgegevens als resultaat. Ten tweede kende de praktijkproeven een unieke schaalgrootte. Ten derde bestond er een goede samenwerking van overheid, markt en wetenschap.

De markt en kennisinstituten kunnen nu verder met alle beschikbare en waardevolle meetgegevens. Zo verbetert de luchtkwaliteit steeds verder.

Kortom, het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit heeft een belangrijke impuls gegeven aan innovatieve oplossingen ter verbetering van de luchtkwaliteit. Wij hopen vurig dat de markt en kennisinstituten het stokje overnemen nu het innovatieprogramma is afgelopen. Dat ze hun creativiteit en ondernemingslust blijven inzetten voor een betere luchtkwaliteit.

Jacqueline Cramer
Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu

Camiel Eurlings
Minister van Verkeer en Waterstaat

The quality of the air we breathe in the Netherlands is still not satisfactory everywhere all of the time. So what is 'satisfactory'? The member states of the European Union have adopted standards laying down maximum permissible levels of several atmospheric pollutants. At most locations in the Netherlands those standards are being met. But there are also places around the country where the air is often more polluted than officially sanctioned and within the next few years these exceedances must become a thing of the past.



Balance sheet

The Netherlands' National Cooperative Air Quality Programme - in Dutch: NSL - sets out what action is being taken by national, provincial and local authorities to together improve the quality of our air. The NSL also sums up all the development-related factors having a negative impact on that quality. In this sense it's a kind of balance sheet, and the balance is tipping towards an improvement of national air quality. By implementing the NSL we shall manage to meet the European standards for particulates (in 2001) and nitrogen dioxide (in 2015) - but only just.

Air Quality Innovation Programme

What else can we do to meet the standards, particularly at those locations where the need is most pressing? Can we think up novel ways to enhance ambient air quality? Or invent new technologies that can help us meet EU standards more easily and perhaps more cheaply, too? These are the questions that have been addressed over the past few years by the Netherlands'

De kwaliteit van de lucht die we in Nederland inademen is nog niet overal en altijd goed genoeg. Want wat is goed genoeg? Alle landen van de Europese Unie hebben normen afgesproken die de maximaal toegestane hoeveelheid schadelijke stoffen in de lucht aangeven. Op de meeste plaatsen in Nederland voldoen we aan die normen. Maar er zijn ook plekken in ons land waar de lucht regelmatig meer vervuild is dan toegestaan. Binnen enkele jaren moeten de overschrijdingen van de normen tot het verleden behoren.

Balans

In het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) staat wat rijk, provincies en gemeenten doen om samen de luchtkwaliteit te verbeteren. Daarnaast staan alle ruimtelijke ontwikkelingen in het NSL vermeld die de luchtkwaliteit verslechteren. Het is eigenlijk een soort balans. En die balans helt over naar verbetering van luchtkwaliteit. Door uitvoering van het NSL voldoen we - onderaan de streep - aan de Europese grenswaarden voor fijnstof (in 2011) en stikstofdioxide (in 2015).

Innovatieprogramma Luchtkwaliteit

Wat kunnen we nog méér doen om de normen - op die plekken waar het het hardst nodig is - te behalen? Kunnen we nog nieuwe manieren vinden om de luchtkwaliteit te verbeteren? Of vernieuwende technieken bedenken om zo makkelijker en misschien goedkoper aan de Europese normen te voldoen? Op die vragen richtte het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit (IPL) zich de afgelopen jaren. Dit programma zocht naar vernieuwende



In a nutshell

The IPL programme has yielded a series of thick reports full of interesting findings.

This technical information is intended specifically for air quality experts at Rijkswaterstaat and other government departments, intermediary organisations like consultancies, knowledge institutes and industries. This book provides a wider audience with a review of what IPL has been up to and what the various studies have achieved. As a thread running through it are interviews with some of the people who have been closely involved with the programme: people working in industry, at knowledge institutes and with government agencies who here relate their own experiences, their expectations and the often surprising results.

Air Quality Innovation Programme, IPL. This programme was a quest for innovative solutions to improve air quality on and along motorways, particularly in densely populated areas, where atmospheric levels of particulates and nitrogen dioxide today regularly exceed the limits.

Seizing the opportunity

Together, the projects implemented under the Air Quality Innovation Programme represent a total value of around 20 million Euro. The programme ran from 2005 to 2009. So what has happened in those five years? In the initial phase, a major review of the national and international literature was carried out, comparing and contrasting the available data. The aim was to identify promising new ideas for improving air quality. Based on the results of this exploratory phase, six avenues of research were then defined:

- Barrier action
- Wet road cleaning
- Catalytic breakdown
- Canopies and air treatment in tunnels
- Vegetation
- Dynamic Traffic Management

Along each of these avenues, IPL carried out further studies as well as a series of unique, large-scale practical trials. Why unique? Never before had there been such a large-scale scientific investigation of air quality under practical, real-world conditions. In every case, air quality was measured on-site for an extended period at locations specially fitted out for the purpose of the studies in question.

oplossingen, met name om de luchtkwaliteit op en rond snelwegen in dichtbevolkte gebieden te verbeteren. Deze situaties kennen regelmatig een te hoge concentratie fijnstof of stikstofoxide in de lucht.

Kansen benutten

Alle projecten in het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit vertegenwoordigen gezamenlijk een waarde van zo'n 20 miljoen euro. Het programma werd uitgevoerd van 2005 tot en met 2009. Wat is er in die vijf jaar gebeurd? In de eerste fase zijn veel (inter)nationale onderzoeken op het gebied van luchtkwaliteit geïnventariseerd en naast elkaar gelegd. Doel was om te zoeken naar kansrijke, nieuwe ideeën om luchtkwaliteit te verbeteren. Daarna zijn op basis van deze verkenningen zes 'zoekrichtingen' vastgesteld:

- Schermwerking
- Nat reinigen van het wegdek
- Katalytische afbraak
- Overkappingen en luchtbehandeling in tunnels
- Vegetatie
- Dynamisch Verkeersmanagement

Binnen deze zes richtingen heeft het IPL verdere studies uitgevoerd én unieke, grootschalige praktijkproeven uitgevoerd. Waarom uniek? Nog nooit was op zo grote schaal onderzoek gedaan naar luchtkwaliteit in de praktijk. Waarbij, in alle gevallen de luchtkwaliteit over langere perioden ter plekke is gemeten op locaties die speciaal voor het praktijkonderzoek zijn ingericht.

In een notendop

Het IPL heeft dikke rapporten

met resultaten opgeleverd. Deze technische informatie is met name bedoeld voor luchtkwaliteitexperts bij Rijkswaterstaat, andere overheden, intermediaire organisaties zoals adviesbureaus, kennisinstututen en bedrijven. Dit boek laat voor een breder publiek zien wat het IPL heeft gedaan en wat de onderzoeken hebben opgeleverd. Rode draad in dit boek zijn interviews met mensen die nauw bij het IPL waren betrokken. Mensen van bedrijven, van kennisinstututen en van de overheid vertellen over hun ervaringen, hun verwachtingen en de vaak opvallende uitkomsten.

Transport ministry, project principal: “Air Quality Innovation Programme is unique in the world”

“There was broad collaboration on this innovation programme,” says Lysander Lantain, in charge of the Air Quality programme at the Ministry of Transport, Public Works and Water Management. The ministry acted as project principal for the IPL programme, standing in for the Environment ministry, too. “Working in tandem, government market parties, knowledge institutes and scientists have brought together and developed a great deal of information geared to improving air quality on and around motorways and other trunk roads.”

One of the outstanding features of IPL were the large-scale, extended practical trials in which the various abatement measures were put through their paces. “Nowhere in the world had this been done on this scale when it comes to air quality,” says Lantain. “We now have a far better understanding of what will and won’t work in the motorway setting. This is very valuable information which we at the ministries can use to elaborate future policies.” But it’s not only the government that can benefit from the IPL findings. Lantain: “What we’ve done as a government organisation is give a major impulse to the quest for innovative solutions, as one of the routes to improving air quality. Based on the knowledge accumulated, we hope the market provides a follow-up by further developing innovative technologies to achieve that end.”

Off the beaten track

The IPL projects are certainly innovative, proceeding as they do from ideas that lie off the beaten track. As such they can complement existing policies to improve air quality in the Netherlands, as laid down in the National Cooperative Air Quality Programme. Lantain: “Traditional and more innovative measures can thus go hand in hand in cleaning up the country’s air.”

The IPL organisation

Since 2005 the Air Quality Innovation Programme, IPL, has been working on innovative solutions that help improve air quality at the request of two Dutch ministries: Transport, Public Works and Water Management, and Housing, Spatial Planning and the Environment. The programme was implemented by the Centre for Traffic and Navigation, part of Rijkswaterstaat, the Directorate-General for Public Works and Water Management. Throughout the project the Centre was supported by several knowledge institutes, with scientists there overseeing the design, implementation and analysis of the results of the practical trials. In addition, a Scientific Board made up of international scientists verified the practical trials and the analyses of the findings.



Opdrachtgever Verkeer en Waterstaat: “Het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is uniek in de wereld”

“Er is breed samengewerkt in dit innovatieprogramma”, zegt Lysander Lantain, projectleider Luchtkwaliteit van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Het ministerie van V&W is ook namens het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu opdrachtgever van het IPL. “Overheid, marktpartijen kennisinstituten én wetenschap hebben met z’n allen veel kennis bij elkaar gebracht en ontwikkeld met het oog op het verbeteren van luchtkwaliteit op en rond snelwegen.”

Bijzonder in het IPL waren de grootschalige, langdurige praktijkproeven waarbinnen de maatregelen zijn getest. “Dit is nooit eerder op zo’n schaal in de wereld gedaan op het gebied van luchtkwaliteit”, zegt Lantain. “We weten nu veel beter wat wel en niet kan werken langs snelwegen. Dat is heel nuttige informatie waarmee we als overheid toekomstig beleid kunnen bepalen.” Maar niet alleen de overheid heeft profijt van de resultaten van het IPL. Ook marktpartijen kunnen er mee verder. Lantain: “We hebben als overheid een sterke impuls gegeven aan het zoeken naar innovatieve oplossingen als bijdrage aan het verbeteren van de luchtkwaliteit. We hopen dat de markt op basis van de opgedane kennis hieraan een vervolg geeft door het verder ontwikkelen van innovatieve technieken ter verbetering van de luchtkwaliteit.”

Buiten gebaande paden

De projecten in het IPL zijn vernieuwend. Ze gaan uit van ideeën die buiten de gebaande paden liggen. Daarmee kunnen ze een aanvulling zijn op bestaande maatregelen om de lucht in Nederland schoner te maken. Die maatregelen zijn vastgelegd in het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit. Lantain: “Traditionele en meer vernieuwende maatregelen kunnen zo hand in hand gaan om de lucht in Nederland schoner te maken.”

Organisatie van IPL

Sinds 2005 heeft het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit in opdracht van de ministeries van Verkeer en Waterstaat en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu gewerkt aan innovatieve oplossingen die bijdragen aan de verbetering van de luchtkwaliteit. Het IPL is uitgevoerd door de dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat. Deze dienst is bijgestaan door diverse kennisinstituten. Wetenschappers van deze instituten hebben de opzet, de uitvoering en de analyses van de resultaten van de praktijkproeven begeleid. Ook was er een Scientific Board van internationale wetenschappers die de praktijkproeven en analyses van resultaten hebben geverifieerd.





IPL Operations Director:

“We charted unknown territory”

Partnerships between government, knowledge institutes and industry are great, but they're sometimes hard work, too. Programme Manager Christa Kempenaar of *Rijkswaterstaat*: “With projects like this there are obviously ups and downs. Because it's so new, there's a lot to be learned. To give an example: we had to do think hard about how to put a question to the market. Should contracts be awarded on the basis of a competition, as we regularly did, or should one take a different approach? And on what grounds should that decision be made? Or again: how do you respond when the market comes to you with initiatives?”

Kempenaar is enthusiastic about the results of the broad collaboration. “The three parties have made great strides in putting their heads together.” So what is she proudest of? “It's hard to choose, but I think it's the IPL Test Site along the A28 near Putten. Here the market showed plenty of initiative and came up with some highly creative solutions. Likewise, the regional department of *Rijkswaterstaat* involved was a very enthusiastic partner. Remember, those colleagues were doing it all on top of the rest of their busy schedule! And let's not forget: numerous research institutes at home and abroad will soon be able to use our unique dataset - which is certainly another thing to be proud of.”

The large-scale practical trials put IPL in the spotlight. Kempenaar: “We had plenty of foreign delegations coming along to see how we were measuring air quality. For while air quality calculations are done all over the world, actual measurements are still partly uncharted territory. This is an area where we've made some major strides forward.” Precisely because of that unknown territory, a number of barriers were encountered along the way. Kempenaar: “There were all kinds of problems. Sometimes the measurements were unclear or ambiguous, sometimes the monitoring equipment proved unsuitable. It's a rapidly evolving field and thanks to IPL it's been given a major impetus. We've learned a lot of lessons that will help us in the future.”

At a personal level, too, Kempenaar has happy memories of her time with IPL. “It was such a broad field of work! One day you were out in the mud inspecting a noise barrier, and the next the transport minister would be down to discuss that very same barrier. It was fantastic to have such a varied job addressing a key issue like air quality.”



Programmamanager IPL:

“We hebben onontgonnen terrein verkend”

Samenwerking tussen overheid, kennisinstituten en bedrijfsleven is mooi, maar soms ook moeilijk. Programmamanager Christa Kempenaar van *Rijkswaterstaat*: “Het gaat natuurlijk niet geheel zonder slag of stoot. Doordat het zo nieuw is, leer je er veel van. Een voorbeeld: we moesten heel goed nadenken hoe je een vraag stelt aan de markt. Kies je voor een aanbesteding in de vorm van een prijsvraag, zoals we regelmatig deden, of juist niet? En waarom maak je die keuze? Of: wat doe je als de markt met initiatieven naar jou toe komt?”

Kempenaar is enthousiast over wat de brede samenwerking heeft opgeleverd. “De drie partijen hebben grote sprongen gemaakt om bij elkaar te komen.” Waar is ze nu het meest trots op? “Moeilijk kiezen, maar ik denk op de Proeftuin Schermen langs de A28 bij Putten. Daar heeft de markt veel initiatief getoond en is met heel creatieve oplossingen gekomen. Ook de betrokken regio van *Rijkswaterstaat* heeft zich heel enthousiast opgesteld en meegewerkt. Die collega's doen het er immers bij naast hun andere drukke werk! En niet te vergeten: een groot aantal onderzoeksinstellingen in binnen- en buitenland kan straks gebruik maken van onze unieke meetgegevens. Ook zeker een reden om trots op te zijn.”

De grootschalige praktijkproeven leidden tot veel aandacht voor het IPL. Kempenaar: “Zo kregen we regelmatig buitenlandse delegaties op bezoek om te kijken hoe we de luchtkwaliteit aan het meten waren. Want het berekenen van luchtkwaliteit gebeurt op veel plaatsen. Maar het daadwerkelijk meten is toch nog deels onontgonnen terrein. Daar hebben we flinke stappen voorwaarts gezet.” Juist vanwege dat onontgonnen terrein, waren ook daar de nodige hobbels te nemen. “Kempenaar: “We hebben van alles meegemaakt. Soms waren de meetdata onduidelijk of

tegenstrijdig, soms was de meetapparatuur ongeschikt. Het is een vakgebied dat sterk in ontwikkeling is. Dankzij het IPL heeft dat vakgebied een grote stimulans gekregen. We hebben veel lessen geleerd waar we in de toekomst mee verder komen.”

Ook persoonlijk vond Kempenaar het IPL speciaal om mee te maken. “Het was zo'n breed werkveld! De ene dag sta je met je voeten in de klei naast een geluidsscherm. De volgende dag komt de minister van Verkeer en Waterstaat langs om over datzelfde scherm te praten. Fantastisch om zo gevarieerd te werken aan zo'n belangrijk onderwerp als luchtkwaliteit.”

The market:

“Industry has a responsibility to society, too”

One of the activities on which government, knowledge institutes and industry collaborated was testing the Electrostatic Concept in Delft's Thomassen Tunnel.

“There had been contacts between Delft Technological University and the BAM construction group for quite some time,” says Marco de Rooij,

director of BAM's infrastructure division. “We were already engaged in a joint study on the effect of vegetation on roadside air quality, for instance. During one of our talks the Electrostatic Concept came up for discussion and everyone present was immediately enthusiastic. Together with researchers from the TU we then built a rig at our Zwammerdam unit to test the concept of electrostatic filaments in a tunnel. The results proved very promising...”

This prompted the two parties to approach the government. “We were keen to put the technology through large-scale trials”, says de Rooij. “So we got in touch with the Ministry of Transport, Public Works and Water Management. We presented the Electrostatic Concept as a potential solution for air pollution in tunnels. After due discussion, this eventually led to participation in the IPL programme and the trials in the Thomassen Tunnel.”

Motive

What was BAM's motive for getting involved in this kind of experimentation? What's in it for them? De Rooij: “As a company you must continually innovate and we at BAM also feel we have a responsibility to society. There's an issue with air quality that needs to be solved together. You can see our participation as an investment in sustainability, in 'people, planet and profit'. It will improve public health, it's better for the environment and BAM itself also obviously has an interest in getting the concept out in the marketplace. Based on the results of the trials with IPL, I maintain my optimism on all three counts.”



De markt:

“Het bedrijfsleven heeft ook een maatschappelijke verantwoordelijkheid”

Door overheid, kennisinstututen en bedrijfsleven werd binnen het IPL onder meer samengewerkt bij de beproeving van het Elektrostatisch Concept in de Thomassentunnel in Delft.

“De contacten tussen de TU Delft en BAM op het gebied van luchtkwaliteit bestonden al langer”, zegt Marco de Rooij, directeur van BAM Infratechniek. “Zo deden we al gezamenlijk onderzoek naar de werking van vegetatie op de luchtkwaliteit langs wegen. Tijdens een van de besprekingen kwam ook het Elektrostatisch Concept ter tafel. Daar waren de aanwezigen meteen enthousiast over. Met onderzoekers van de TU Delft hebben we bij ons kantoor in Zwammerdam een proefopstelling gemaakt met elektrostatische draden in een tunnel. De resultaten bleken veelbelovend...”

Daarop namen beide partijen samen de stap naar de overheid. “We wilden de techniek graag grootschalig testen in de praktijk”, zegt de Rooij. “Daarom hebben we bij het ministerie van Verkeer en Waterstaat aangeklopt. Het Elektrostatisch Concept hebben we voorgelegd als mogelijke oplossing voor luchtvervuiling in tunnels. Na de nodige overleggen heeft dat uiteindelijk tot deelname aan het IPL geleid en de proef in de Thomassentunnel.”

Drijfveer

Wat is de drijfveer van BAM om deel te nemen aan een dergelijk experimenteel traject? Levert het wel iets op? De Rooij: “Je moet als bedrijf blijven innoveren én we vinden als BAM dat we een maatschappelijke

betrokkenheid hebben. Er is een probleem op het gebied van luchtkwaliteit dat we gezamenlijk moeten oplossen. Je kunt onze deelname zien als een investering in duurzaamheid, ofwel 'people, planet en profit'. Mensen worden er gezonder van, het is beter voor het milieu én BAM wil het concept natuurlijk ook in de markt zetten. Op basis van de resultaten van de proeven in het IPL ben ik op alle drie de punten nog steeds optimistisch.”



Noise barriers and air quality

Although the many kilometres of noise barrier along Dutch motorways are intended primarily to combat noise nuisance, they can also be instrumental in diluting traffic emissions. The project 'Noise barriers and air quality' investigated the degree to which (noise) barriers help improve air quality and to what extent they can be further optimised for this purpose.

For an initial assessment of the impact of such barriers on air quality, a literature study and a wind tunnel study were first carried out. The main finding was that barriers can make a significant contribution to air quality improvement. Several strategies for barrier optimisation emerged, including porous barriers, barriers covered with vegetation, draft-assisted barriers (with an upward draught over the barrier face), tweaked barrier height and shape, and catalytically active designs (for chemical breakdown of pollutants).

This led to the selection of three subprojects.

- Practical measurements on existing and innovative barriers at a Barrier Test Site set up along the A28 motorway. In May 2007 a competition was organised for market parties challenging them to come up with innovative barrier designs that have an additional impact on air quality. This brought in a large number of novel designs, some of which were tested in field trials, others in a laboratory setting. For two years, from May 2007 to April 2009, a selection of these barriers were erected at the Test Site on the A28 near Putten, where they underwent an extensive measurement programme yielding an impressive dataset. During the same period a number of new barrier concepts were investigated in the laboratory.
- Refinement of wind tunnel studies for reliable use of results in air quality modelling.
- CFD studies (Computational Fluid Dynamics, a method for calculating airflow based on computer simulation), for further analysis of the measurement results.

Geluidsschermen en luchtkwaliteit

De vele kilometers geluidsscherm langs de Nederlandse snelwegen bestrijden de geluidshinder. Een bijkomend effect is dat deze schermen ook bijdragen aan verdunning van de emissies van het wegverkeer. Het project Schermwerking onderzocht in hoeverre een geluidsscherm bijdraagt aan verbetering van de luchtkwaliteit. En ook hoe geluidsschermen nog verder zijn te optimaliseren voor een beter effect op de luchtkwaliteit.

In eerste instantie is literatuur- en windtunnelonderzoek uitgevoerd naar de effecten van schermen. Belangrijkste conclusie was dat een geluidsscherm een significante bijdrage kan leveren aan een betere luchtkwaliteit. Ook kwam naar voren dat geluidsschermen nog op verschillende manieren zijn te verbeteren. Enkele oplossingen die naar voren kwamen: poreuze schermen, vegetatie op het scherm, een luchtscherm (naar boven gerichte, verticale luchtstroom op het scherm), de hoogte en vorm van het scherm of een scherm met katalytische werking (chemisch afbreken van schadelijke stoffen).

Daarop werd besloten tot drie deelprojecten:

- Praktijkmetingen met bestaande én innovatieve schermen langs de A28, de zogenaamde 'Proeftuin Schermen'. In mei 2007 is een prijsvraag uitgeschreven voor de markt. Bedrijven werden uitgedaagd om met scherminnovaties te komen die een extra effect hebben op de luchtkwaliteit. Dat heeft geleid tot een groot aantal vernieuwende geluidsschermen. Een deel daarvan is in de praktijk beproefd, een deel in een laboratoriumsituatie. Gedurende twee jaar (van mei 2007 tot april 2009) stonden verschillende soorten geluidsschermen langs de A28 ter hoogte van Putten. Ze hebben een grote reeks meetresultaten opgeleverd. Tegelijkertijd zijn nieuwe schermconcepten in een laboratoriumsituatie onderzocht.
- Het verfijnen van windtunnelonderzoek om dit betrouwbaar in te kunnen zetten voor het modelleren van luchtkwaliteit.
- CFD-onderzoek (Computational Fluid Dynamics; een methode om met behulp van computersimulaties luchtstromingen te berekenen) om de meetgegevens nader te analyseren.

Eastern Netherlands Department: “Permanent innovation”

The highlight of the Air Quality Innovation Programme was probably the Barrier Test Site on the A28 at Putten, where all kinds of award-winning, innovative noise barriers were installed for a period of several months for extended monitoring of their impact on air quality. The Test Site was just one product to emerge from the successful partnership with the Eastern Netherlands department of *Rijkswaterstaat*.

“It’s key for *Rijkswaterstaat* to be permanently innovating,” says Han Roebers, district manager of the Veluwe Road District in the east of the Netherlands. “So when we were asked by IPL whether we saw an opportunity to conduct trials on barriers in a motorway setting, we were all too happy to cooperate.” The Veluwe Road District bore full responsibility for installing the test barriers, with measurements being

performed by IPL. “There were a number of criteria as regards location,” says Roebers. “The air in the surrounding area had to be relatively unpolluted. Easy access and safety were major considerations, too. There also needed to be sufficient ‘blow-in’ of pollution from the road. From among around twenty sites in the region we ultimately opted for Putten.”

Before agreement was reached on installing the innovative noise barriers, the colleagues from the Eastern Netherlands office held extensive consultations with a number of players, including local councils and the Veluwe Recreation Agency. There were several permits that also had to be organised before the contractor could eventually start work. “We also see the Test Site as a project that raises public awareness about a serious social issue,” says Roebers. “Given their colour and height, the noise barriers really stand out from a distance. In addition, there was a large hoarding on the A28 next to the Test Site giving information about improving air quality. Thousands of people drive past here every day.”



Dienst Oost Nederland: “Voortdurend innoveren”

De belangrijkste blikvanger in het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is waarschijnlijk de Proeftuin Schermen langs de A28 bij Putten. Daar stonden maandenlang allerlei prijswinnende, innovatieve geluidsschermen opgesteld. Het effect van de schermen op de luchtkwaliteit werd over een langere periode gemeten. De Proeftuin Schermen kwam er mede door vruchtbare samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Oost Nederland.

“Zeer belangrijk om als Rijkswaterstaat voortdurend te innoveren”, zegt Han Roebers, districthoofd van Wegendistrict Veluwe in Oost Nederland. “Dus toen IPL ons vroeg of wij de mogelijkheden hadden proeven te doen met schermen langs een snelweg, gaven wij daar graag gehoor aan.” Het Wegendistrict Veluwe was verantwoordelijk voor de gehele realisatie van de proeflocatie. De metingen gebeurden door mensen van het IPL. “Voor de juiste locatie bestond een aantal criteria”, zegt Roebers, “Er moest relatief zuivere lucht zijn in de omgeving. Ook een goede bereikbaarheid en veiligheid waren heel belangrijk. Bovendien

moesten er ‘aanwaaimogelijkheden’ zijn voor de vervuiling vanaf de weg. Uit zo’n twintig plekken in de regio hebben we uiteindelijk Putten gekozen.”

Collega’s van Oost Nederland overlegden veelvuldig met onder andere gemeenten en de Recreatie Gemeenschap Veluwe om overeenstemming te bereiken over het plaatsen van de innovatieve geluidsschermen. Ook werden de nodige vergunningen geregeld voordat de aannemer uiteindelijk aan de slag kon. “We zien de Proeftuin ook als een project dat het publiek bewust maakt van een maatschappelijk probleem”, zegt Roebers. “De geluidsschermen zijn opvallend, onder meer in kleur en hoogte. Bovendien stond er een groot bouwbord langs de A28 bij de schermen met informatie over verbetering van luchtkwaliteit. Daar rijden dagelijks vele duizenden mensen langs.”



North Holland Department: “Better answers to questions”

So what do the results of IPL's practical trials mean for *Rijkswaterstaat's* regional departments? Will they now be reviewing all their road projects because of a new understanding of impacts? “I don't think there will be any great upheaval,” says Varla Mors, air pollution consultant with the North Holland Department. “But we'll certainly notice the effects here and there.

It's important to know what IPL will mean for regulations and legislation. To cite just one example: in the air quality studies we have done for planning studies we include the impacts of barriers, as laid down in standing legislation. I think it's a very good thing that IPL has now conducted further studies on the air quality impact of barriers. If the results are at odds with the terms of the Air Quality Measurement and Calculation Regulations, I presume these will be changed. This will allow us to include a more accurate assessment of the impact of barriers in our calculations.”

More roadside greenery

Mors is a regular participant in public meetings on new road projects, where air quality is often a major issue. People sometimes ask about the precise impact of roadside barriers on air quality. “They don't usually seem to be that convinced that barriers can improve air quality,” says Mors. “With the IPL results, we're in a better position to explain.”

What do those attending public meetings themselves see as the best way of tackling local air quality? Mors: “The answers I hear most are ‘speed limits’ and ‘more roadside greenery’. With respect to the latter: many people believe that having more roadside vegetation would have a positive impact on air quality. What the IPL research has shown, though, is that trees and bushes generally do little to improve the situation in the immediate vicinity of the road. Under certain circumstances they can even lead to a deterioration in air quality immediately behind the greenery. That may not be the kind of finding one wants to hear, but it's good we're now in a position to provide a better answer based on solid fact.”



Dienst Noord-Holland: “Beter antwoord geven op vragen”

Wat betekenen de resultaten van de IPL praktijkproeven nu voor de regionale diensten van Rijkswaterstaat? Moeten zij straks al hun wegprojecten gaan aanpassen omdat de inzichten over effecten zijn gewijzigd? “Zo'n vaart zal het denk ik niet lopen”, zegt Carla Mors, als adviseur Lucht werkzaam bij de dienst Noord-Holland. “Maar we zullen hier en daar wel gevolgen merken. Het is belangrijk te weten wat IPL gaat betekenen voor de wet- en regelgeving. Om een voorbeeld te geven: in de luchtkwaliteitonderzoeken die wij laten uitvoeren voor de planstudies nemen we de effecten van schermen mee zoals voorgeschreven in de wet- en regelgeving. Ik vind het heel goed dat het IPL nu nader onderzoek heeft uitgevoerd naar de effecten van schermen op luchtkwaliteit. Als dit afwijkt van het rekenvoorschrift, ga ik ervan uit dat het rekenvoorschrift wordt aangepast. Hierdoor is het mogelijk de effecten van schermen nauwkeuriger mee te nemen in de berekeningen.”

Meer groen langs de weg

Mors komt regelmatig op informatieavonden voor omwonenden over nieuwe wegprojecten. Het onderwerp luchtkwaliteit leeft daar behoorlijk. Soms komt daar de vraag op wat schermen nu precies doen voor schonere lucht. “Mensen lijken meestal niet zo overtuigd van het effect van schermen op luchtkwaliteit”, zegt Mors. “Met de IPL-resultaten kunnen we beter uitleg geven.”

Hoe willen bezoekers van informatieavonden eigenlijk het liefst de luchtkwaliteit verbeteren? Mors: “Het meest hoor ik: snelheidsbeperkingen en meer groen langs de weg. Voor wat betreft dat laatste: veel mensen hebben het idee dat meer beplanting langs de weg een positief effect heeft op de luchtkwaliteit. Uit het onderzoek van het IPL is echter gebleken dat bomen en struiken over het algemeen weinig positief effect hebben op de luchtkwaliteit direct langs de weg. In bepaalde omstandig-

heden kan vlak achter de beplanting de luchtkwaliteit zelfs verslechteren. Dat is misschien niet wat je hoopt te vinden als resultaat. Maar het is wel prettig om op basis van gefundeerd onderzoek nu beter antwoord te kunnen geven op vragen.”



Results: what do we implement, and what not?

Now the Air Quality Innovation Programme has been rounded off, the key question is: what to do with the findings? "The deadlines are tight," says Werenfried Spit, Air Quality programme coordinator with *Rijkswaterstaat*. "On 1 January, 2011 government measures to control particulate levels really have to be up and running. When it comes to nitrogen oxides we have a little more time, but to an extent that's just illusory. In this case the deadline is January 2015, but if you want to dovetail your measures in with big road projects, for example, you need to start planning them now, to mesh it all together and achieve the intended results."

An important result of the Air Quality Innovation Programme is that there is now a quantitative idea of how much impact the measures will have. Spit: "We not only need to know which measures are effective and which aren't, but also the magnitude of their impact. Based on the thorough-going studies of the IPL programme, we're now in a position to take the right decisions and implement measures with a sufficiently robust impact." So who'll be implementing the measures to emerge from the programme? Spit: "With respect to the national road grid *Rijkswaterstaat* obviously has a leading role to play. But local and regional authorities can certainly benefit from the IPL findings when it comes to addressing local hotspots along busy roads. There's even been an interest in the innovations developed by IPL from other EU member states."



Resultaten: wat doen we wel en niet?

Nu het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is afgerond, rest de belangrijke vraag: wat gaan we doen met de resultaten? "De deadlines zijn krap", zegt Werenfried Spit, programmacoördinator Lucht bij *Rijkswaterstaat*. "Op 1 januari 2011 moeten de maatregelen om fijnstofconcentraties te beperken écht werken. Voor de maatregelen tegen stikstofoxiden hebben we iets meer tijd, maar dat is deels schijn. De grensdatum ligt daar op januari 2015. Wil je maatregelen samen laten lopen met bijvoorbeeld grote wegprojecten, dan moet je ze nu al gaan inplannen om straks te kunnen aansluiten en de gewenste resultaten te kunnen halen."

Een belangrijke uitkomst van het IPL is dat er nu zekerheid is over hoe groot het effect van maatregelen is. Spit: "We moeten niet alleen weten welke maatregelen wel of geen effect hebben, maar ook wat de omvang van dat effect is. Op basis van de grondige studies binnen het IPL kunnen we de juiste besluiten nemen, en die maatregelen uitvoeren die voldoende effect hebben."

Wie gaan de maatregelen uit het IPL tot uitvoering brengen? Spit: "Natuurlijk heeft *Rijkswaterstaat* daar een taak in, voor wat betreft het Rijkswegennet. Maar ook decentrale overheden als gemeenten en provincies kunnen profijt hebben van de resultaten uit het IPL voor het oplossen van hun lokale knelpunten langs wegen. Zelfs de Europese lidstaten hebben hun interesse in de innovaties van IPL al laten blijken."





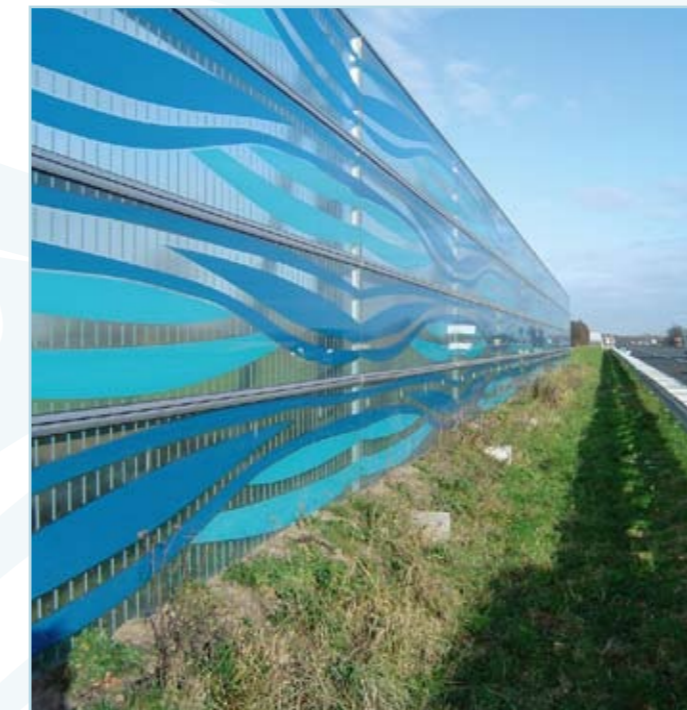
NSL and IPL: what's the connection?

The Netherlands' National Cooperative Air Quality Programme - in Dutch: NSL - sets out the measures the country is taking to improve its air quality. One of the key objectives is to meet European standards for particulates and nitrogen dioxide. In addition, though, it's important to test innovative measures that can help improve air quality. IPL was set up to test these kinds of innovations - particularly along motorways - so that we know, now and in the future, which measures work and which don't."

"That's why we organised a competition challenging the market to come up with innovative noise barriers, for example: barriers with an additional impact on air quality," says Marko Ludeking, senior air quality consultant with *Rijkswaterstaat* and as such involved in coordinating measures under the NSL. "These innovative barriers were tested alongside conventional barriers at a special Barrier Test Site on the A28 at Putten. We tested barriers of different heights, with higher or lower absorption surfaces, and even tried out a special coating to trap pollution. We also investigated whether a different physical barrier design would perform better when it came to dispersing polluted air."

Whether the results of the barrier trials can be incorporated in the NSL must now be assessed. Ludeking: "This requires further analysis: the specific results from the experimental set-up must be translated into a more general idea of the impact on air quality."

While we've been out doing our measurements, the world around us hasn't stood still, moreover. Over the past few years there's clearly been a further improvement in air quality at many locations, for instance. And there are now supplementary regulations stipulating that measures must above all have an impact in residential areas. So extra barriers to improve air quality out in the polders no longer interests us. These kinds of factors obviously need to be taken into consideration - which is why the NSL is reviewed annually, so we can adapt our measures at short notice."



Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit en IPL: wat is het verband?

In het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) is vastgelegd welke maatregelen Nederland neemt om de luchtkwaliteit te verbeteren. Een belangrijk doel van het NSL is te voldoen aan de Europese normen op het gebied van de concentraties van fijnstof en stikstofdioxide. Maar: daarnaast is het ook belangrijk innovatieve maatregelen te testen die kunnen bijdragen aan een betere luchtkwaliteit. Het IPL is bedoeld om dergelijke innovaties - met name rondom snelwegen - te testen. Zodat we weten - nu, maar ook in de toekomst - welke maatregelen wel en niet werken.

"Daarom hebben we bijvoorbeeld de markt via een prijsvraag uitgedaagd om met innovaties voor geluidsschermen te komen. Innovaties dus die een extra effect hebben op de luchtkwaliteit", zegt Marko Ludeking, als senior adviseur Luchtkwaliteit bij Rijkswaterstaat betrokken bij de coördinatie van maatregelen in het NSL. "Deze innovatieve schermen hebben we, samen met conventionele schermen, getest in een speciale Proeftuin Schermen langs de A28 bij Putten. We hebben allerlei hoogten schermen getest, hogere en lagere absorptievlakken en zelfs een speciale coating uitgetest die vervuiling af kan vangen. Ook hebben we gekeken of een andere vormgeving van het scherm de verspreiding van verontreinigde lucht kon verbeteren."

Of de resultaten van de schermproeven meegenomen kunnen worden in het NSL, moet nu worden bekeken. Ludeking: "Hiervoor is een nadere analyse nodig: de specifieke resultaten uit de proefopstelling moeten worden vertaald naar een algemeen beeld van het effect op de luchtkwaliteit. In de periode dat we metingen hebben uitgevoerd, heeft de omgeving overigens ook niet stilgestaan. Zo weten we dat de luchtkwaliteit de afgelopen jaren op veel plekken verder is verbeterd. En aanvullende regels bepalen dat maatregelen vooral effect moeten hebben op

plaatsen waar mensen wonen. Meer schermen om luchtkwaliteit te verbeteren midden tussen de weilanden is bijvoorbeeld niet meer aan de orde. Dat soort factoren zijn belangrijk om mee te wegen. Daarom wordt het NSL ook ieder jaar gemonitord, zodat we op elk moment onze maatregelen kunnen bijstellen."



Vegetation

Trees and shrubs can help reduce concentrations of airborne particulates and nitrogen dioxide. They do so by filtering as well as diluting the pollutants, and also by causing an uplift of the air, thus reducing concentrations at breathing level. These are the effects indicated by calculations, but how does roadside vegetation perform in the real world? Until now, this was not yet entirely clear. Under the IPL programme three trials were carried out to establish practical evidence.

The initial questions addressed were

1. To what extent does vegetation improve roadside air quality?
2. Can the air-cleansing action of vegetation be further improved by means of a dedicated planting scheme?

There was also a need to establish the ideal height of the vegetation, suitable species of tree and shrub, and optimum row distance between the plants.

First practical trials along the A50

In summer 2006 air quality measurements were carried out on the A50 motorway near Vaassen, north of Apeldoorn, along stretches with and without trees and shrubs. This yielded a dataset with which models could be validated. The influence of the planting scheme was the next issue requiring study.

With the aim of demonstrating the impact of 'ideal vegetation' in practice, in August 2007 IPL organised a competition in which market parties could tender for two different projects. In the first, firms were asked to perform measurements on existing stretches of roadside vegetation and describe the results in models. To this end, air quality measurements were carried out on greenery along the A50 at Vaassen. In the second project the challenge was to design and then plant the ideal type of motorway vegetation. To this end, two new vegetation belts were planted, again along the A50 at Vaassen, one consisting of deciduous trees, the other of conifers.

Vegetatie

Bomen en struiken kunnen de concentraties fijnstof en stikstofdioxide helpen verminderen. Dit gebeurt door filtering, ofwel de bomen en struiken verspreiden de schadelijke stoffen. Maar ook door opstuwung van de lucht, zodat de concentraties op leefniveau verminderen. Dat zijn effecten die berekeningen laten zien. Maar hoe gedraagt het groen zich nu in de praktijk? Dat was tot op heden nog onvoldoende bekend. Drie proeven in het IPL moesten de effecten in de praktijk laten zien.

De vragen vooraf waren

1. In hoeverre verbetert vegetatie langs de snelweg de luchtkwaliteit?
2. Kan de zuiverende werking van het groen door een uitgekend beplantingsplan verder worden verbeterd?

Verder moest onder andere worden bepaald: wat is de ideale hoogte van het groen, welke boom- of struiksoorten zijn geschikt en wat moet de afstand zijn tussen de bomen en struiken?

Eerste praktijkmetingen langs de A50

In de zomer van 2006 zijn langs de A50 bij Vaassen (ten noorden van Apeldoorn) luchtkwaliteitmetingen verricht aan een stuk met én een stuk zonder bomen en struiken. Hiermee is een dataset ter validatie van modellen opgebouwd. De invloed van het plantschema (het ontwerp van de vegetatie) was de volgende onderzoeksstap.

Om de werking van 'het ideale groen' in de praktijk aan te tonen heeft het IPL in augustus 2007 een prijsvraag uitgeschreven. Marktpartijen konden inschrijven op twee verschillende projecten. In het eerste werd bedrijven gevraagd metingen aan bestaande groenvlakken uit te voeren en te beschrijven in modellen. Daarop zijn langs de A50 bij Vaassen luchtkwaliteitmetingen verricht aan een bestaand stuk groen. In het tweede project ging het om de uitdaging de ideale groenstructuur voor langs de snelweg te ontwerpen en aan te leggen. Van daaruit zijn, eveneens langs de A50 maar dan bij Valburg, twee nieuwe proefvakken met groen aangeplant. Een vak met loofbomen en een met naaldbomen.

The 'Fresh Look' competition even more new ideas

On several occasions the Air Quality Innovation Programme set up a competition to challenge the market to come up with new ideas. At the beginning of 2007 the 'Fresh Look at Air Quality' competition was organised, with the aim of moving beyond the six larger IPL projects and identifying other ideas and options for improving air quality along motorways.

To maximise the 'harvest' of innovative ideas, a wide range of organisations were invited to participate: knowledge institutes, engineering consultancies, engineering contractors, schools, inventors and industries. There were eighteen entries in all. The feasibility of the ideas was assessed by an independent jury made up of members of the Netherlands Association of Environmental Professionals in cooperation with the Netherlands Patents Centre. After due deliberation seven winners were nominated. These firms received a budget to undertake a feasibility study of their concept.

One of the winners to come out of the 'Fresh Look at Air Quality' competition was the Switchstring, a system for diluting polluted air. The system was invented by Bosvariant Scheppingstrategen, of Zoetermeer. Proprietor Willem Bos: "The air quality problem is worst when there's little or no wind. Air diffusion is then hampered and pollutant concentrations soon rise to exceed the standards. The Switchstring comes into action precisely when there's little wind. From a fairly tall overhead structure we stretch transparent sheets or panels between cables. During calm weather the panels send the polluted air so far upwards that enough mixing occurs. As and when the wind picks up, the panels blow open, allowing the air to adequately disperse. This also means there's no chance of the system blowing over at high wind speeds."

Perforated barrier

Besides taking part in the 'Fresh Look' competition, Willem Bos was also a winning participant in another competition organised by the Air Quality Innovation Programme. "We also contributed to the design of innovative noise barriers. In this case we were eventually given the go-ahead to put our barrier through practical trials at the IPL Barrier Test Site along the A28 at Putten." So what distinguished the Bosvariant noise barrier? "What was special about our barrier was that it was perforated," says Bos. "We wanted to test what would happen when the wind blew the pollution through the holes. Stretched over each of the holes, around twenty centimetres in diameter, was a filter cloth to capture the airborne particulates." But doesn't this hamper the primary function of the noise barrier? After all, the traffic noise will simply pass through the apertures. Bos: "Yes, indeed. Which is why we've created a new type of noise barrier consisting of two layers of fibreglass separated by an air gap. This system has good noise-absorbing properties."

Competitions

What does Bos think of the idea of competitions being organised as part of the Air Quality Innovation Programme? "It's a good idea, because you pull in two kinds of firm. On the one hand, firms that have already developed a product. They can help you along further by having practical trials conducted, as in the case of the noise barriers. On the other hand, you tap into a new group of firms with good ideas but still lacking in experience. In this case you can put the ideas through additional laboratory testing, for example. Working on innovation also means starting anew each time," says Bos. "One must keep on coming up with new ideas - and then tweak and tinker with them, poke them and test them, and decide which elements to keep and carry forward. That's why competitions are useful in programmes like IPL, as you need plenty of new ideas, because many will be rejected along the way. Leaving you with the very best at the end."

Prijsvraag Frisse Kijk nóg meer nieuwe ideeën

Het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit werkte een aantal malen met een prijsvraag om de markt uit te dagen met nieuwe ideeën te komen. Begin 2007 werd de prijsvraag 'Een frisse kijk op luchtkwaliteit' uitgeschreven. Doel was om - als aanvulling op de zes grotere projecten in het IPL - andere ideeën en mogelijkheden te vinden om de luchtkwaliteit rond snelwegen te verbeteren.

Om zoveel mogelijk vernieuwende voorstellen te oogsten, werden allerlei organisaties uitgenodigd om mee te doen: kennisinstuties, ingenieursbureaus, aannemers, scholen, uitvinders en bedrijven. In totaal werden achttien voorstellen ingediend. Een onafhankelijke jury van leden van de Vereniging van Milieuprofessionals beoordeelde, in samenwerking met het Octrooicentrum, de ideeën op haalbaarheid. Hieruit zijn uiteindelijk zeven winnaars gekozen. Deze bedrijven ontvingen een budget om een haalbaarheidsstudie naar hun idee uit te voeren.

Een van de winnaars uit de prijsvraag 'Een frisse kijk op luchtkwaliteit' is de Switchstring, een verdunsysteem voor vervuilde lucht. Het systeem is bedacht door Bosvariant Scheppingsstrategen uit Zoetermeer. Eigenaar Willem Bos: "Bij weinig wind is het probleem van de luchtkwaliteit het grootst. Dan verspreidt de lucht zich niet goed en worden de concentraties vuile lucht te hoog. De Switchstring doet juist bij weinig wind zijn werk. We spannen doorzichtige doeken of panelen tussen kabels in een vrij hoge constructie. Bij rustig weer brengen de panelen de vervuilde lucht zo ver naar boven dat er genoeg vermenging optreedt. Bij veel wind waaien de panelen open en verspreidt de lucht zich voldoende. En er is dus geen kans op omwaaien bij harde wind."

Scherf met gaten

Naast deelname aan de prijsvraag 'Een frisse kijk op luchtkwaliteit' was Willem Bos ook deelnemer én winnaar van een andere prijsvraag binnen het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit. "We hebben ook meegedaan bij het vormgeven van innovatieve geluidsschermen. Daar hebben we uiteindelijk een scherm in de praktijk mogen testen in de Proeftuinschermen langs de A28 bij Putten." Wat was er kenmerkend aan het geluidsscherm van Bosvariant? "Het bijzondere van dit scherm was dat er gaten inzaten", zegt Bos. "We wilden testen wat er zou gebeuren als de wind de vervuilde lucht door de gaten zou blazen. In de gaten, met een diameter van zo'n twintig centimeter, was filterdoek gespannen dat het fijnstof kon afvangen."

Maar komt dan de functie van het geluidsscherm niet in gevaar? Het geluid gaat immers ook door zo'n gat. Bos: "Klopt. Daarom hebben we een nieuw soort geluidsscherm gemaakt met twee steenwolplaten en een spouw ertussen. Dat heeft een geluidsabsorberend effect."

Prijsvragen

Wat vindt Bos van het idee om prijsvragen in te zetten in het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit? "Een goed plan, want je haalt twee categorieën bedrijven binnen. Enerzijds de bedrijven die al een product hebben ontwikkeld. Die kun je verder helpen door praktijktesten te laten doen, zoals bij de geluidsschermen is gebeurd. Anderzijds boor je een nieuwe groep bedrijven aan die goede ideeën heeft, maar nog geen ervaring. Daar kun je dan bijvoorbeeld in het laboratorium mee verder testen." Innovatief werken betekent ook steeds opnieuw beginnen", vindt Bos. "Voortdurend nieuwe ideeën aandragen. En daarna puzzelen, zoeken, testen en kijken wat je kunt behouden en verder brengen. Daarom zijn prijsvragen ook een goed middel voor een programma als IPL. Je hebt namelijk veel nieuwe ideeën nodig, omdat er tijdens het traject de nodige afvallen. En de beste blijft uiteindelijk over."

“Barrier impact of vegetation is very limited”

“We knew that trees and bushes can in principle capture airborne pollutants,” says Aad Bezemer, on the air quality policy staff at the environment ministry, VROM. “But how exactly does that process operate in practice - along a motorway, for example? Do different species have different effects? And what influence does the vegetation’s structure have? These were issues we wanted to know more about.”

“We now have solid measurements at our disposal,” he continues. “But these indicate that the barrier impact of vegetation is only very limited, less than assumed in earlier studies. What happens when a road is lined with trees? They shield off the area behind. So what you see, as with roadside noise barriers, are slightly lower pollutant levels somewhat further away. Under certain circumstances, though, there may appear a deterioration in air quality immediately behind the greenery.” In Bezemer’s view it’s a good thing the impact of vegetation has now been tested in practical trials. “It’s valuable to know that what works well in models and under idealised test constellations does not necessarily yield the same results in the real world.”

Database

In this connection it also makes sense to make these measurements more widely available. Bezemer: “I’m glad there’s to be a database with all the test results

to emerge from the IPL programme. That will be of great help to many organisations: among them *Rijkswaterstaat*, obviously, but also road administrators and research institutes. For the market, we’re talking about resources that can be used in product development.”

At the environment ministry, Bezemer is responsible for overseeing implementation of the Air Quality Assessment Regulation, which lays down the protocol to be used by Dutch agencies for determining air quality. Having a standard procedure means that results can be compared. Will the results of IPL’s practical trials have any impact on the calculation protocol? “I don’t anticipate any major changes,” says Bezemer. “It may possibly be the case that one or two minor changes emerge from the Barrier Test Site results. At present, the protocol calculates with a barrier height of up to six metres. At the Test Site, measurements were also made on barriers up to seven metres high. Perhaps we can use these results to extend the scope of the Air Quality Assessment Regulation.”

Dry and damp

The IPL studies have brought advances in our understanding of the air quality measurement process. At the same time, though, new questions have emerged, says Bezemer. “It’s a complex field that is moving fast. To give just one example: particulates are measured by capturing them on a filter. You then record the weight of the particles captured. However, particulate matter is heavier when it’s damp than dry. Some types of apparatus try to remove the moisture by heating the air. But how exactly is this to be calibrated? So there’s a whole range of issues that make interpretation of monitoring results a tricky business. In this respect, too, we’ve learned a lot from the IPL projects.”



“Effect van groen als scherm zeer beperkt”

“We wisten dat bomen en struiken in principe schadelijke stoffen uit de lucht kunnen halen”, zegt Aad Bezemer, beleidsmedewerker luchtkwaliteit bij het ministerie van VROM. “Maar hoe werkt dat precies in de praktijk, bijvoorbeeld langs een snelweg? Hebben verschillende soorten een verschillend effect? En hoe groot is de invloed van de structuur van de aangebrachte beplanting? Daar wilden we meer over weten.”

“Er zijn goede meetresultaten beschikbaar” vervolgt hij. “Deze laten echter een zeer bescheiden effect zien van het groen, kleiner dan in eerdere studies werd aangenomen. Wat gebeurt er namelijk met bomen langs de snelweg? Die hebben ook een afscherpende werking. Je ziet net als bij geluidsschermen iets lagere concentraties op wat grotere afstand. In bepaalde omstandigheden kan direct achter de vegetatie een verslechtering van de luchtkwaliteit optreden.” Bezemer vindt het een goede zaak dat het effect van vegetatie nu in de praktijk is onderzocht. “Het is waardevol te weten dat wat in modellen en geïdealiseerde testopstellingen goed werkt, in de praktijk niet zonder meer hetzelfde resultaat oplevert.”

Database

In dat verband is het ook handig om de meetresultaten breder beschikbaar te stellen. Bezemer: “Ik ben blij dat er een database komt met meetresultaten van alle IPL-projecten. Daar kunnen veel partijen hun voordeel mee doen. Uiteraard Rijkswaterstaat, maar ook andere wegbeheerders of onderzoeksinstituten. Het kan voor de markt ook materiaal zijn om te gebruiken in hun productontwikkeling.”

Bezemer is bij het ministerie van VROM verantwoordelijk voor het beheer van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Rbl), het standaardvoorschrift waarin onder meer is vastgelegd hoe instanties in Nederland de

kwaliteit van de lucht moeten bepalen. Door deze uniformering zijn resultaten onderling vergelijkbaar. Hebben de IPL-praktijkonderzoeken nu invloed op de rekenvoorschriften in de regeling? “Ik verwacht geen grote wijzigingen”, zegt Bezemer. “Het zou kunnen dat vanuit de Proeftuin Schermen er enkele kleine aanpassingen komen. Tot nu toe voorziet de regeling in het rekenen met schermhoogten tot zes meter. In de Proeftuin is ook gemeten met schermen tot zeven meter hoog. Wellicht dat we daar de Regeling beoordeling luchtkwaliteit mee kunnen uitbreiden.”

Droog en vochtig

De IPL-onderzoeken hebben de kennis over het meten van luchtkwaliteit verder geholpen. Maar tegelijkertijd ook nieuwe vragen opgeworpen, merkt Bezemer op. “Het is een ingewikkeld terrein dat volop in ontwikkeling is. Om een voorbeeld te geven: fijnstof meet je door het af te vangen in een filter. Vervolgens meet je het gewicht van het opgevangen fijnstof. Maar: vochtig fijnstof is zwaarder dan droog fijnstof. Sommige apparaten proberen het vocht eruit te halen door de lucht te verwarmen. Maar hoe ijk je dat precies? Zo zijn er heel wat onderwerpen die het interpreteren van uitgevoerde metingen ingewikkeld maken. Ook in dit opzicht hebben we veel geleerd van de IPL-projecten.”

Cleaning road surfaces

How can we prevent particulates on and in road surfaces being resuspended and contributing to air pollution?

Research has shown that a significant fraction of airborne particulates along roads and motorways is in fact resuspended material, consisting mainly of coarser particles between 2.5 and 10 microns (PM2.5 to PM10). It was also known that particulate levels fall very substantially following rainfall. Spraying or wet-sweeping of road surfaces should therefore have a positive impact on air quality.

Practical trials in Nijmegen

In collaboration with the municipal authority of Nijmegen, in 2006 practical trials were conducted in which a number of spraying and cleaning methods were tested on an urban road. One stretch of this was surfaced with dense asphalt concrete (DAC), another with porous asphalt concrete (PAC).

Although local sources in the vicinity of the trials meant some of the measurements could not be used, the following - cautious - conclusions can be drawn. Particulate emissions from the stretch with a (new) PAC surface were lower than from that with (old) DAC. Cleaning the PAC with a 'PAC cleaner' has a favourable impact on levels of resuspended particulates. Spraying water on the DAC also had a positive effect. The results provide a strong indication that use of PAC surfaces and road-cleaning both have a positive effect.

Competition 'Cleaner, quieter and more homogenous asphalt'

Given the positive results of the Nijmegen trials, IPL decided to organise a competition in which market parties were asked to come up with innovative ways of cleaning motorway surfaces. On the A50 south of Apeldoorn three methods of reducing particle resuspension were tested: two dry methods and one based on spraying with wet road salt.

Dura Vermeer's 'Twister'

This road-cleaning vehicle forces the particulates on the road surface into resuspension. By sending the resultant airflow through a filter unit, the air is filtered and the particles captured.

Heijmans' dust collector

'Hoovering' the road with a dust collector proves to have only a limited impact on the share of resuspended particles in pollution levels. Given the low particulate levels involved, the impact can scarcely be measured.

SSH Consortium: the calcium chloride sprayer

A consortium of companies conducted a trial in which a road surface was sprayed with a calcium chloride solution. The tests were carried out on the A50 south of Apeldoorn. Spraying proved to have a significant impact on levels of resuspended particulates. Given these positive results, it was decided to continue studies with the calcium chloride sprayer.

Reinigen van het wegdek

Hoe voorkomen we dat fijnstof dat op de snelweg ligt, opwarrelt en zo de lucht vervuult?

Uit onderzoeken is bekend dat het opwervende fijnstof een belangrijk deel uitmaakt van de totale hoeveelheid fijnstof langs de snelweg. Het gaat dan met name om de grovere deeltjes fijnstof (tussen de 2,5 en 10 micrometer). Ook was bekend dat de concentraties fijnstof in de regen sterk dalen. Sproeien van het wegdek kan dus een gunstig effect hebben op de luchtkwaliteit.

Praktijkproef Nijmegen

In samenwerking met de gemeente Nijmegen is in 2006 een praktijkproef uitgevoerd, waarbij een aantal van de methoden om nat te reinigen is beproefd op een stedelijke weg. Dit gebeurde deels op DAB (Dicht Asfalt Beton) en deels op ZOAB (Zeer Open Asfalt Beton).

Hoewel lokale, verontreinigende bronnen in de omgeving van de proeflocatie een deel van de gemeten waarden onbruikbaar maakten, zijn - met de nodige voorzichtigheid - de volgende conclusies te trekken. De hoeveelheid fijnstof was bij het traject met (nieuw) ZOAB lager dan bij het traject met (oud) DAB. Gebleken is dat het reinigen van ZOAB met een ZOAB-cleaner een gunstig effect heeft op het opwerpen van de concentratie fijnstof. Het sproeien van water over het DAB had ook een positief effect. De resultaten geven een sterke indicatie dat er positieve effecten zijn bij het toepassen van ZOAB en het reinigen van het wegdek.

Prijsvraag Schoner, stiller en homogener asfalt

Vanwege die positieve resultaten in Nijmegen besloot het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit een prijsvraag uit te schrijven voor marktpartijen. Om zo te komen tot innovatieve manieren om een snelweg te reinigen. Op de A50, ten zuiden van Apeldoorn, zijn drie methoden voor het reduceren van fijnstof beproefd. Twee droge methoden en één op basis van het sproeien van nat strooizout.

Twister van Dura Vermeer

Dit reinigingsvoertuig forceert de opwerveling van het stof op het wegdek. Door de luchtstroom door het filtermateriaal te leiden wordt de lucht gefilterd en wordt het fijnstof afgevangen.

Heijmans' stofreiniger

Het 'stofzuigen' van de weg lijkt een beperkt aanvullend effect op de wegbijdrage te hebben. Gezien de beperkte stofemissie zijn deze effecten nauwelijks vast te stellen.

Combinatie SSH: de calciumchloridesproeier

Een combinatie van bedrijven deed een proef met het sproeien van het wegdek met een calciumchloride oplossing. De proef werd uitgevoerd op de A50 te zuiden van Apeldoorn. Het sproeien bleek een significant positief effect te hebben op de hoeveelheid opgewervelde fijnstof. Gezien deze positieve resultaten is besloten nader onderzoek te doen met de calciumchloridesproeier.

“See it as a moisture absorber”

In the spring of 2007, the firm Nido - now Aebi Schmidt Nederland - conducted a trial in which they sprayed down the A50 near Apeldoorn with a calcium chloride solution. “The results were promising”, says Arjan Ruiterkamp, product manager at Aebi Schmidt. “They indicated a substantial reduction in particulate levels should be feasible.” This prompted the IPL programme to conduct more extensive trials with the calcium chloride sprayer in 2009, now on the A73 near Malden.

So what does the sprayer look like? “In fact it's just a normal road-salting vehicle that's used for de-icing roads in winter,” says Ruiterkamp. “With a few minor modifications they can also be used in summer to tackle air pollution. A major advantage of this method is that the equipment and infrastructure are already available.”

PAC and DAC

On the A73 two different kinds of road surfaces were treated using the calcium chloride sprayer. “We sprayed down part of the porous asphalt concrete (PAC) section and left the rest untreated,” says Ruiterkamp, “We did the same on the dense asphalt concrete (DAC) section, giving us four test strips. The measurements were carried out by M+P engineering consultants.”

But what's so special about a calcium chloride solution? “We already knew particulate levels are lower

along wet roads than dry ones,” says Ruiterkamp. “But if you sprayed just water in dry weather, the effect would literally evaporate within a few hours. That's why we add calcium chloride. This is a ‘hygroscopic’ substance that absorbs moisture, which means it stays slightly damp. Compare it with the moisture absorbers you use in damp rooms or caravans, which also contain calcium chloride. If you spray this solution on road surfaces, they retain a certain amount of moisture for at least 24 hours, which means particulates are better absorbed.”



“Vergelijk het met een vochtvreter”

Het Holtense bedrijf Nido - het huidige Aebi Schmidt Nederland - deed in het voorjaar van 2007 een proef met sproeien van calciumchloride oplossing op de A50 nabij Apeldoorn.

“De resultaten daarvan waren veelbelovend”, zegt Arjan Ruiterkamp, productmanager bij Aebi Schmidt Nederland. “Er zou een aanzienlijke reductie van fijnstof mogelijk zijn.” Reden voor het IPL-programma om in 2009 een uitgebreidere proef te doen met de calciumchloridesproeier op de A73 nabij Malden. Hoe ziet zo'n sproeier eruit? “In feite is het

een gewone zoutstrooiwagen die in de winter wordt ingezet voor gladheidsbestrijding”, zegt Ruiterkamp.

“Met een paar kleine aanpassingen zijn deze wagens ook 's zomers in te zetten om de luchtkwaliteit te verbeteren. Een groot voordeel van deze methode is dat de strooiwagens en de infrastructuur beschikbaar zijn.”

ZOAB en DAB

Op de A73 zijn met de calciumchloridesproeier verschillende soorten asfalt beproefd. “Op ZOAB (Zeer Open Asfalt Beton) hebben we een deel wel en een deel niet gespreid”, zegt Ruiterkamp. “Hetzelfde gold voor een gedeelte DAB (Dicht Asfalt Beton). Zo hadden we dus vier proefvlakken. De metingen zijn uitgevoerd door ingenieursbureau M+P.”

Waarom wordt trouwens een oplossing van calciumchloride gebruikt? “Bekend is dat de concentraties fijnstof langs een natte snelweg lager zijn dan die langs een droge snelweg”, zegt Ruiterkamp. “Maar zou je alleen water sproeien bij droog weer, dan is dat effect misschien na een uur alweer tenietgedaan. Daarom voegen we calciumchloride toe. Dat is een ‘hygroscopisch’ goedje, ofwel het trekt vocht aan, waardoor het voortdurend een beetje vochtig blijft. Vergelijk het met een vochtvreter, daar zit ook calciumchloride in. Als je deze oplossing op de weg sproeit, blijft het wegdek gemakkelijk 24 uur licht vochtig. Zo kan het fijnstof beter worden vastgehouden.”





Catalytic breakdown

Certain chemical processes can help break down airborne pollutants. One example is the well-known capacity of titanium dioxide to catalytically degrade nitrogen oxides (NOx). By applying titanium dioxide to buildings or noise barriers, say, in the form of a special paint or coating, this kind of pollution can be reduced, so the theory goes. One of the IPL projects therefore sought to answer the following question: can a coating of titanium dioxide applied to noise barriers help reduce NOx levels along busy motorways?

The strategy was first investigated in various international laboratories and at TNO. These lab trials showed that certain coatings were very efficient at breaking down NOx, with the process working best at higher temperatures and low humidity levels. With too much moisture in the air or at too low a temperature, the effect is less pronounced. To work properly, the coatings require ultraviolet radiation, moreover, and so perform better on sunny than overcast days. At night they have no effect at all.

Following laboratory testing, practical trials began. To this end, a special coating was applied to noise barriers along the A1 at Barneveld. In the real world, unfortunately, the strategy proved far less effective than in the lab, with the NOx concentration measured behind the coated barrier turning out to be little different from that behind a normal, untreated barrier.

Katalytische afbraak

Sommige chemische processen kunnen helpen om schadelijke stoffen in de lucht af te breken. Zo is bekend dat titaniumdioxide kan helpen om het schadelijke stikstofoxide af te breken. Door nu titaniumdioxide in een speciale verflaag of 'coating' aan te brengen op bijvoorbeeld huizen of geluidsschermen kunnen we de hoeveelheid stikstofoxide in de lucht terugbrengen, zo luidt de theorie. Een van de IPL-projecten vroeg zich af: kan zo'n laag van titaniumoxide op geluidsschermen ook bijdragen aan het reduceren van stikstofoxide langs drukke snelwegen?

Deze oplossing is eerst onderzocht in verschillende internationale laboratoria en bij TNO. Uit deze labproeven bleek dat bepaalde coatings zeer goed werken om stikstofoxide af te breken. Dit proces werkte het best bij hogere temperaturen en droge omstandigheden. Een hoge vochtigheid en lage temperatuur hebben een ongunstige effect op de werking van de coating. Bovendien hebben de coatings UV-straling nodig om goed te kunnen functioneren. Ze zullen dus beter werken bij veel zonlicht dan op donkere dagen. 's Nachts werken ze ook niet.

Na de laboratoriumtesten volgde de praktijk. Langs de A1 bij Barneveld werden geluidsschermen ingesmeerd met de speciale coating. Maar: het effect in de praktijk was een stuk lager dan in het laboratorium. De gemeten concentratie stikstofoxide achter het geluidsscherm met de coating verschilde nauwelijks met die achter een gewoon geluidsscherm.

“The pollution simply doesn't reach the barrier”

So why are there such big differences between the results of laboratory and field trials? “We suspect the wind plays a major role,” says Jan Duyzer, one of the researchers at TNO involved in tests on catalytic breakdown of nitrogen oxides. “In a lab you can direct the airflow such that most of the nitrogen oxides come into contact with the barrier. In practice things work rather differently, though: the wind indeed blows the pollution towards the barrier, but much of it is simply blown over the top. This means there's far less retention. The nitrogen oxides simply don't reach the barrier.”

Wind and rain

Another factor was that optimum functioning of the coatings was hampered by weather conditions. Duyzer: “We knew the coatings weren't as effective at low temperatures or high humidities, factors that were partly to blame for the disappointing results.” Wouldn't the coatings perform in tunnels, then, where wind and rain are effectively kept out? “Then you have the problem of there being no UV radiation,” says Duyzer. “The coatings need to be exposed to sunlight. Perhaps there's scope in semi-enclosed tunnels with a good measure of light. But

coatings applied to the current design of noise barriers give too little improvement in air quality.”

Power to innovate

One thing that struck Duyzer was the power of coating and barrier producers to innovate. “We tested around twenty different coatings from a range of suppliers. Although they were of widely varying quality, I was amazed at the creativity with which these small and medium-sized businesses managed to come up with novel solutions - evidence of an enormous amount of energy and innovative drive.”



“Schadelijke stoffen halen het niet tot het scherm”

Hoe komt het nu dat de verschillen in resultaten tussen het laboratorium en de praktijk zo groot zijn? “We vermoeden dat de wind een grote rol speelt”, zegt Jan Duyzer, als onderzoeker bij TNO betrokken geweest bij de proeven rond de katalytische afbraak. “In een laboratorium kun je luchtstromen zo richten dat de meeste stikstofoxide met het scherm in aanraking komen. In de praktijk werkt dat heel anders: de wind blaast de schadelijke stoffen wel in de richting van het scherm, maar een groot gedeelte van de lucht waait toch over het scherm heen. Daardoor wordt er veel minder afgevangen. De stikstofoxide komt gewoon nooit op het scherm.”



Wind en regen

Ook speelt een rol dat de weersomstandigheden een optimale werking van de coatings in de weg stonden. Duyzer: “We wisten dat bij lage temperaturen en veel vocht in de lucht de coatings veel minder goed werken. Dat veroorzaakt ook een deel van de mindere resultaten.”

Zou het dan niet in tunnels kunnen werken, waar wind en regen minder spel hebben? “Daar kom je het probleem van de UV-straling tegen”, zegt Duyzer. “De coatings hebben zonlicht nodig. Wellicht dat er in half overkapt tunnels met goede lichttoetreding mogelijkheden zijn. Maar de coatings op geluidsschermen in de huidige vormen laten te weinig verbetering van luchtkwaliteit zien.”

Innovatiekracht

Opvallend punt vond Duyzer wel de innovatiekracht van de producenten van coatings en schermen. “We hebben wel 20 verschillende soorten beproefd, van verschillende fabrikanten. Hoewel de kwaliteit sterk wisselde, was ik wel verbaasd over de creativiteit waarmee deze MKB-bedrijven nieuwe oplossingen bedachten. Daar sprak een enorme energie en innovatiedrang uit.”

Motorway canopies with air treatment

Innovative ideas, that was what IPL was all about. In other words: try something new, something different. One of the strategies that certainly fell into this category was the idea of erecting a canopy over a motorway section, combined with air treatment facilities inside.

The effect of a canopy is self-evident: if you cover a motorway (section), the air pollution is prevented from reaching the surrounding area. But that pollution obviously has to go somewhere. Would it be possible to capture it at the canopy entrances and then treat it? Or would it be better to fit out the canopy with exhaust stacks through which the polluted air can be sent? These were the kinds of questions addressed by IPL in this subproject.

The first question considered was: can light-weight canopies be designed to be strong and durable enough and at the same time safe and economically viable? Three parties were invited to design a canopy satisfying these requirements. Construction costs proved substantial: between 6 and 66 million Euro per kilometre of motorway (2x3 lanes).

The second question in this subproject was: what technologies are available for treating the polluted air and what are the attendant costs? This prompted research on air treatment technologies in use around the world and organisation of an Innovation Workshop where a number of market parties brainstormed about the best approach to treating the pollutant-laden air.

In addition, a number of specific air treatment methods were investigated, examining both active and passive dispersal technologies and treatment methods. In this context, 'active' means external energy input, using fans. In the 'passive' methods, use is made of wisely designed canopies and tunnels in which the airflow brought about by moving vehicles is used to dilute the pollution.

The information from this research is also relevant for (existing) indoor car parks and traditional tunnels.

Decision matrix

All the information gathered was made accessible in the form of a 'decision matrix' showing the cost effectiveness (as modelled) of various configurations of canopy and air treatment technology, keyed to specific air quality problems.

Snelwegen overkappen en lucht behandelen

Innovatieve ideeën, daar draaide het om in het IPL. Ofwel: anders dan anders en nog niet eerder geprobeerd. Een oplossing die zeker in die categorie thuishoort, is het overkappen van snelwegen. En dan in combinatie met het behandelen van de lucht onder die overkappingen.

Het effect van een overkapping ligt voor de hand: als je (een deel van) een snelweg overkapt, kan de luchtverontreiniging de directe omgeving niet bereiken. Maar de verontreinigde lucht moet natuurlijk wel ergens heen. Zou je die lucht kunnen 'opvangen' bij de monden van de overkapping en dan behandelen? Of is het slim om schoorstenen in de overkapping te maken om zo de vervuilde lucht omhoog te brengen? Met dit soort vragen hield het project 'Overkappen en lucht behandelen' zich bezig.

De eerste vraag in het onderzoek luidde: zijn lichtgewicht overkappingen constructief deugdelijk, duurzaam, veilig én economisch haalbaar? Aan drie partijen is gevraagd een overkapping te ontwikkelen die aan deze eisen voldoet. De kosten bleken aanzienlijk: tussen de 6 en 66 miljoen euro per kilometer snelweg (2 x 3 rijstroken).

De tweede vraag in het onderzoek: welke technieken bestaan er voor het behandelen van de vrijgekomen lucht en wat zijn de kosten hiervan? Daarop is onderzoek gedaan naar bestaande methoden van luchtbehandeling in de wereld en is via een 'innovatieatelier' met een aantal marktpartijen gebrainstormd over de beste manier om de lucht te zuiveren.

Daarnaast zijn diverse manieren van luchtbehandeling onderzocht. Hierbij werd gekeken naar actieve en passieve verspreidingstechnieken en reinigingstechnieken. Actief betekent dat er van buitenaf energie in wordt gestopt, met ventilatoren. Bij de passieve methoden werd gebruik gemaakt van slimme vormgeving van overkappingen en tunnels, waardoor de (rij)wind en zon zorgen voor verdunning van de verontreiniging.

De informatie uit dit onderzoek is ook relevant voor (bestaande) parkeergarages en traditionele tunnels.

Besluitvormingsmatrix

Alle verzamelde informatie is toegankelijk gemaakt in de vorm van een matrix. In deze matrix zijn de kosteneffectiviteit (modelberekeningen) van verschillende configuraties overkappingen en luchtbehandeling, gekoppeld aan een specifiek luchtprobleem, in kaart gebracht.

Out in the polder, or Amsterdam ring road?

Jeroen Spanjer, consultant at Witteveen+Bos, was closely involved in the Canopies and Air Treatment project. One of his contributions was to develop a matrix for comparing different canopy designs.

"We based ourselves on a one-kilometre canopy over two times three lanes," he says. "Within this basic configuration we did calculations on no fewer than five types of canopy: one fully enclosed, one with a ventilation slot in the roof, one with a ventilation stack in the middle, one with a stack at each tunnel mouth, and one variant with five smaller stacks spaced along the entire length of the canopy. In addition, we varied the height of the stacks and the intensity of emissions treatment."



In practice

Besides all the information gathered in the initial phase, two practical trials were also carried out:

- A trial with the Electrostatic Concept (developed by BAM and Delft Technological University) in the Thomassen Tunnel on the A15.
- Participation in extensive measurement and calculation trials at the Netherlands Centre for Underground Construction (COB). In these trials air quality measurements were made at existing tunnel mouths. The ensuing results as well as those of other studies were used to improve the models currently employed for emissions dispersal around tunnels.

Urban or rural?

When it comes to the impact on air quality, it makes all the difference whether a canopied road is out in the polder or on the Amsterdam ring road, for example. Spanjer: "This is the reason we calculated the effects in a number of different settings: an inner city area, a rural area and a sunken location. Using a slightly modified method, we also computed the effects at existing tunnel mouths."

For each of the various canopies it was determined not only what the potential air quality impact would be. A rough cost estimate was also prepared. A canopy with a roofside ventilation slot proved to be the cheapest variant. Spanjer: "Thanks to this canopy's open design, you don't need to implement such rigorous safety provisions and you save out on the stacks in some of the other designs. The air quality impact of this canopy proved to differ only marginally from that of other designs."



Weiland in de polder of Ring Amsterdam?

Jeroen Spanjer, adviseur bij Witteveen+Bos, was nauw betrokken bij het project Overkappen en lucht behandelen. Hij ontwikkelde onder andere een matrix om verschillende soorten overkappingen met elkaar te kunnen vergelijken. "We gingen uit van een overkapping van één kilometer over twee keer drie rijbanen", vertelt hij. "Daarbinnen hebben we met maar liefst vijf soorten overkappingen gerekend: een geheel gesloten overkapping, met een sleuf in het dak, met een schoorsteen in het midden, met twee schoorstenen bij de tunnelmond én een variant met vijf kleinere schoorstenen over de hele lengte van de overkapping. Daarnaast is gevarieerd met de hoogte van de schoorstenen en de mate van emissiezuivering."

De praktijk

Naast alle informatie die in deze eerste fase bij elkaar is gebracht, zijn er ook twee onderzoeken in de praktijk uitgevoerd:

- Een proef met het Elektrostatisch Concept (ontwikkeld door BAM en TU Delft) in de Thomassentunnel op de A15.
- Deelname aan een grote meet- en rekenproef van het Centrum Ondergronds Bouwen (COB). In deze proef worden luchtkwaliteitsmetingen verricht bij bestaande tunnelmonden. Met de resultaten daarvan én met overig onderzoek worden de bestaande modellen rondom emissieverspreiding bij tunnels verder verbeterd.

Buitengebied of niet

Voor het effect op de luchtkwaliteit maakt het verschil of zo'n overkapping in een buitengebied met weilanden ligt of bijvoorbeeld op de ringweg rond Amsterdam. Spanjer: "Daarom hebben we de effecten berekend in een aantal omgevingen: binnenstedelijk gebied, buiten-

stedelijk gebied en een verdiepte ligging. Met een iets andere methode hebben we ook de effecten bij bestaande tunnelmonden berekend."

Voor de verschillende overkappingen is niet alleen bepaald wat het effect op de luchtkwaliteit is. Ook is een globale inschatting van de kosten gemaakt. Een overkapping met een sleuf in het dak blijkt de meest voordelige variant. Spanjer: "Dankzij het open karakter van deze overkapping hoeft je minder ingrijpende veiligheidsvoorzieningen te nemen en bespaar je de kosten van schoorstenen uit. Het effect op de luchtkwaliteit van deze overkapping bleek nauwelijks te verschillen van de effecten van de andere soorten overkappingen.."



The Electrostatic Concept: static electricity is a particle attractor

The 'Electrostatic Concept' is a technology invented by Delft Technological University and further developed in partnership with BAM Infratechniek. Under the IPL programme the concept was put through large-scale practical trials in the Thomassen Tunnel on the A15.



The technology is based on the principles of static electricity and charged particle attraction. So what does the system look like? At one end of the tunnel 24 'active' aluminium racks are installed over which a very thin wire filament is stretched. This filament is under high voltage, which attracts airborne particulates. These particles then become electrostatically charged. At the other end of the tunnel are another 24 'passive' aluminium racks with no high-tension filaments. The charged particles are attracted by these passive racks, to which they then adhere, leading to a reduction in tunnel particulate levels. The trials showed how much particulate matter can be removed from the air this way. To this end monitoring equipment was installed at three points in the tunnel: the two ends and midway.

As innovation manager at BAM Infraconsult, Ad van 't Zelfde was closely involved in the trials. He is full of praise about having an opportunity to test the Electrostatic Concept in an operational tunnel. "Things were organised extremely efficiently and IPL deserves a compliment. Once the decision had been made, we were able to install the system of active and passive racks in the Thomassen Tunnel in a fairly short space of time."

The trials, which lasted from mid-May to mid-September 2009, demonstrated the Electrostatic Concept also removes the finest particle fraction. "That's good, because these are the particles implicated in the most serious health effects," says van 't Zelfde. There are different methods for measuring reductions in particulate levels, however. In the tunnel, Delft TU measured the number of particles captured. At IPL it's the weight of the particles that is measured, which is also important, as this is what air quality standards are based on. "But the reduction in ultrafine particles is very important from the angle of public health."



Elektrostatisch Concept: statische elektriciteit trekt fijnstof aan

Het Elektrostatisch Concept is een techniek die is uitgevonden door de TU Delft en verder ontwikkeld samen met BAM Infratechniek. Binnen het IPL is een grote praktijkproef gehouden met het Elektrostatisch Concept in de Thomassentunnel op de A15.

Het principe is gebaseerd op statische elektriciteit en het aantrekken van deeltjes. Hoe ziet het systeem eruit? Aan de ene kant van de tunnel bevinden zich 24 'actieve' rekken van aluminium waartussen een heel dunne metalen draad is gespannen. Op deze draad staat hoogspanning waardoor deeltjes fijnstof worden aangetrokken. Deze deeltjes krijgen een elektrostatische lading mee. Aan de andere kant van de tunnel zijn ook 24 aluminium 'passieve' rekken zonder hoogspanningsdraden bevestigd. De opgeladen deeltjes fijnstof worden aangetrokken door deze passieve rekken waaraan ze zich vasthechten. Zo wordt de hoeveelheid fijnstof in tunnels verminderd. De proef toont aan hoeveel fijnstof met deze methode uit de lucht kan worden gehaald. Daarom stonden op drie plaatsen meetapparatuur opgesteld: aan het begin, in het midden en aan het eind van de tunnel.

Ad van 't Zelfde is als innovatiemanager van BAM Infraconsult nauw betrokken geweest bij de proef. Hij is zeer te spreken over de mogelijkheden om het Elektrostatisch Concept in een echte tunnel te beproeven. "Dat is zeer voortvarend gegaan, daarvoor verdient IPL een compliment. Nadat het besluit eenmaal genomen was, konden we in vrij korte tijd het systeem van actieve en passieve rekken in de Thomassentunnel bouwen."

De testen duurden van half mei tot half september 2009. De ervaring met het Elektrostatisch Concept leert dat het ook de kleinste deeltjes uit het fijnstof aantrekt. "Dat is gunstig, want die deeltjes zijn het meest schadelijk voor de gezondheid", zegt van 't Zelfde.

Er zijn echter verschillende methoden voor het meten van fijnstofreductie. De TU Delft meet in de tunnel het aantal deeltjes dat wordt afgevangen. Vanuit het IPL wordt het gewicht aan fijnstof vastgesteld. Ook belangrijk aangezien dat de normen op het gebied van luchtkwaliteit bepaalt. "Maar de reductie in aantallen hele fijne deeltjes is van groot belang voor de gezondheid."

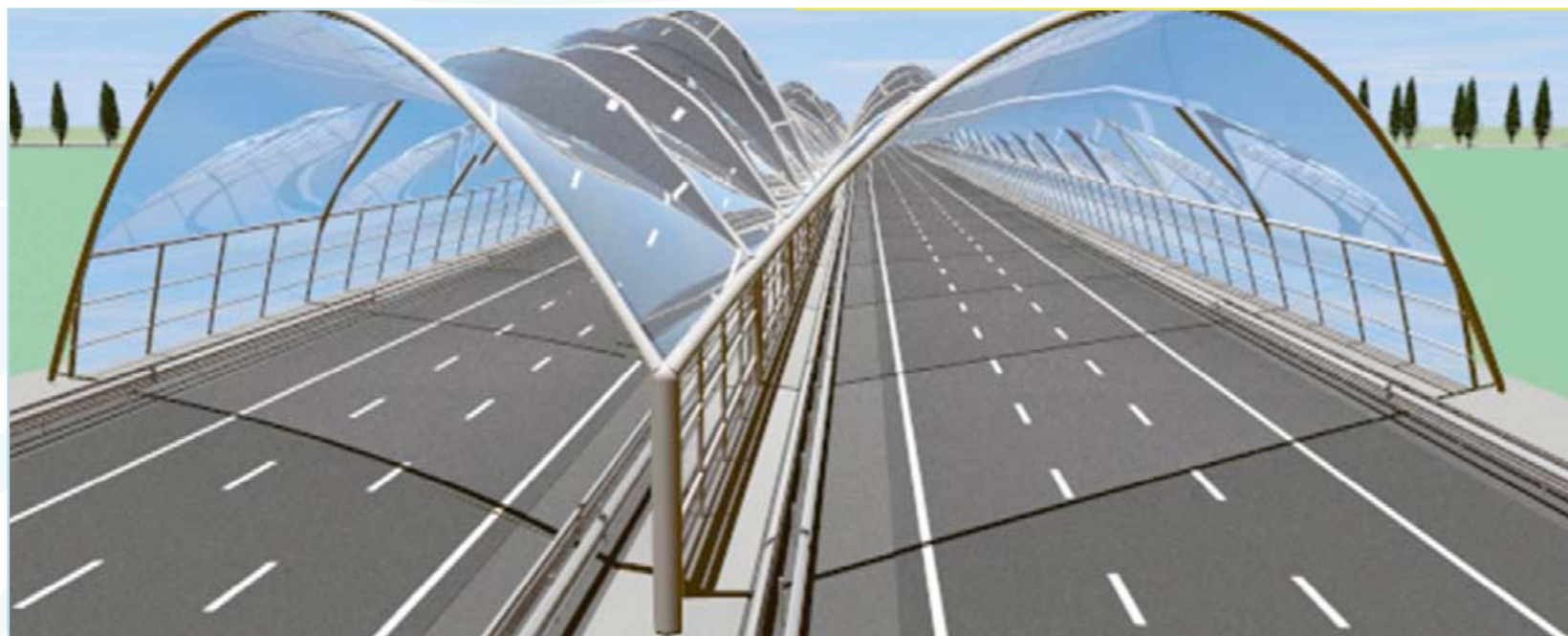


“A canopy is as much a problem as a solution”

Hans Groeneveld, air quality consultant at the South Holland department of *Rijkswaterstaat*, contributed to the final report on Canopies and Air Treatment. “A canopy is in fact a problem as much as it is a solution,” he says. “By covering the road with a canopy you obviously limit emissions in the direct vicinity. But the pollutants involved have to be discharged somewhere. Thanks to the IPL programme we now have a far better idea of what works and what doesn't. So there are still plenty of challenges ahead.”

No people around

When it comes to decisions on whether or not it makes sense to install a canopy, research results are not the only thing that needs to be factored in, Groeneveld emphasises. “Look at developments around tunnel mouths in recent years. These are locations where there are generally no people around. Under new regulations it has been decided that these kinds of sites don't have to be brought into line with European standards regardless of the cost. This means the problems at the mouths of several operational tunnel are now less urgent - which creates scope for directing both funds and energy to improving air quality at other places.”



Thick reports and practical recommendations

How exactly are the results of the Air Quality Innovation Programme to be documented? There's to be separate reporting on each sub-study, consisting of - in most cases thick - scientific reports providing a complete account of the study in question, including all the pertinent data. In addition there will be a thinner report, the “recommendations on implementation”. This will indicate which measures are effective and which are not, how they might be applied and issues requiring attention in the event of further implementation.

“Een overkapping is oplossing en probleem tegelijk”

Hans Groeneveld is adviseur Luchtkwaliteit bij Rijkswaterstaat Zuid-Holland en betrokken bij het eindrapport van het project Overkappingen en luchtbehandeling. “Een overkapping is eigenlijk oplossing en probleem tegelijk”, zegt hij. “Door een overkapping aan te leggen beperk je uiteraard de uitstoot van schadelijke stoffen in de directe omgeving. Maar die uitstoot moet wel ergens heen. Dankzij IPL weten we nu veel beter wat wel en niet werkt. Er blijven dus genoeg uitdagingen over.”

Geen mensen

Bij de beslissing tot wel of niet aanleggen van een overkapping spelen overigens meer factoren een rol dan alleen onderzoeksresultaten, benadrukt Groeneveld. “Kijk naar de ontwikkelingen van de afgelopen jaren rondom tunnelmonden. Het zijn plaatsen waar vaak helemaal geen mensen komen. Nieuwe regels hebben nu bepaald dat we op dat soort plaatsen niet koste wat kost aan de Europese norm hoeven te voldoen. Zo wordt het probleem bij een aantal bestaande tunnelmonden minder urgent. En het biedt de ruimte om energie en geld te steken in het verbeteren van luchtkwaliteit op andere plaatsen.”

Dikke rapporten en een praktisch advies

Hoe gaat de vastlegging van de resultaten uit IPL in z'n werk? Van ieder onderzoek wordt een afzonderlijk eindrapport opgesteld. Dat bestaat uit - doorgaans lijvige - wetenschappelijke rapporten waarin de gehele verantwoording van het onderzoek is te vinden, inclusief alle relevante data. Daarnaast verschijnt een dunner rapport, 'het toepassingsadvies'. Daarin staat aangegeven wat wel en niet werkt aan de maatregelen, hoe de maatregelen (mogelijk) zijn in te zetten en waar op moet worden gelet bij de verdere uitvoering. Meer op pagina 72.





Dynamic Traffic Management

Dynamic traffic management (DTM) is a form of 'intelligent' traffic control that is already employed to combat congestion. Examples include measures like speed limits, bans on certain vehicle categories and opening or closure of motorway lanes. Smoother-flowing traffic also means less air pollution, though, so DTM could potentially also be used as a means of enhancing air quality.

These kinds of DTM measures were also investigated as part of the IPL programme. First a literature study was carried out to identify the measures with best credentials for improving air quality. Modelling calculations were then performed to establish the air quality impact of existing DTM measures on motorways around Rotterdam. In addition, the basic preconditions to be satisfied by such measures to have an effect on air quality were determined.

Air quality bulletin

A preliminary study on 'air quality bulletins' was also carried out. Such bulletins - intended for road administrators - would forecast air quality at particular locations several days in advance. This would make it possible to take suitable and timely action, in the form of motorway spraying, for example, or introduction of lower speed limits. In order to draw up a (trial) air quality bulletin, use was made of all kinds of meteorological data and forecasts, including those used by *Rijkswaterstaat* for its system for reporting icy roads.

There proved to be a relationship between weather data and particulate levels. At higher concentrations the relationship becomes weaker, though. There is also considerable variation in particulate levels in the course of a day that can be predicted fairly well on an hourly basis. It proved impossible to elaborate an 'air quality bulletin' type of forecast based on the road ice reporting system.

Dynamax

The Dynamax project comprises tests with variable speed limits on the motorway grid. There are several objectives: to improve traffic safety (after accidents, for example), traffic flow and/or air quality. Specifically for the last of these aims, a trial has been running since April 2009 on the A58 in the built-up area between Goirle and Tilburg.

So what does this kind of trial look like in practice? On days that the predicted daily average particulate concentration threatens to exceed the standard, the motorway speed limit is reduced from 120 to 80 km/h. It is anticipated that this will be on 80 to 90 days a year. Peaks in particulate levels are due mainly to local weather conditions, for example under conditions in which the pollution can remain trapped under warmer air higher up in the atmosphere and there is little or no wind.

Dynamisch Verkeersmanagement

Dynamisch verkeersmanagement (DVM) staat voor het slim sturen van verkeer. Het wordt al langer ingezet voor het beperken van files. Denk aan maatregelen als snelheidsbeperkingen, een verbod van bepaalde typen voertuigen of het afsluiten danwel openstellen van rijstroken. Maar, een betere en gelijkmatiger verkeersdoorstroming verlaagt ook de emissies. En dus is DVM in potentie ook een maatregel om luchtkwaliteit te verbeteren.

In het IPL programma is ook onderzoek naar DVM maatregelen gedaan. Eerst werd literatuuronderzoek verricht naar de beste maatregelen om luchtkwaliteit te verbeteren. Daarna werden modelberekeningen gemaakt van de 'luchteffecten' van bestaande DVM-maatregelen op de snelwegen rond Rotterdam. Ook zijn de voorwaarden bepaald waaraan DVM-maatregelen moesten voldoen om effect te hebben op de luchtkwaliteit.

Luchtbericht

Er werd ook een vooronderzoek gehouden naar een zogenaamd 'luchtbericht'. Zo'n bericht - bedoeld voor wegbeheerders - zou enkele dagen van tevoren de luchtkwaliteit op een bepaalde locatie kunnen voorspellen. Dat maakt het mogelijk op tijd maatregelen te treffen. Zoals het nat reinigen van het wegdek of het toepassen van andere rijsnelheden. Om een (proef)luchtbericht te kunnen opstellen, is gebruik gemaakt van allerlei meteorologische gegevens en voorspellingen, onder meer van het Gladheidsmeldsysteem van Rijkswaterstaat.

Er bleek een verband te zijn tussen de meteorologische data en de fijnstof concentraties. Dat verband werd echter zwakker bij hogere fijnstof concentraties. Ook is er dagelijks een grote variatie in fijnstof, die vrij nauwkeurig van uur tot uur is te voorspellen. Op basis van de metingen van het Gladheidsmeldsysteem bleek geen voorspelling als een 'luchtbericht' mogelijk.

Dynamax

Het Dynamax project doet proeven met variabele maximum snelheden op het snelwegennet. Ze dienen meerdere doelen: de verkeersveiligheid verbeteren (zoals na een ongeval), de verkeersdoorstroming verbeteren en/of de luchtkwaliteit verbeteren. Speciaal voor de luchtkwaliteit loopt sinds april 2009 een proef langs de A58 in het stedelijke gebied tussen Goirle en Tilburg.

Hoe gaat die proef in z'n werk? Op de dagen dat het voorspelde daggemiddelde voor fijnstof op dat traject boven de norm dreigt te komen, wordt de maximumsnelheid verlaagd van 120 km/u naar 80 km/u. De verwachting is dat op zo'n 80 tot 90 dagen per jaar de snelheid wordt aangepast. Pieken in de hoeveelheid fijnstof zijn voornamelijk afhankelijk van plaatselijke weersomstandigheden. Het fijnstof kan dan blijven hangen als de lucht in de bovenste luchtlaag warmer is dan de onderste luchtlaag en er bijvoorbeeld geen wind is.

'Dynamic driving' to relieve congestion and air pollution

One form of Dynamic Traffic Management that can have a positive impact on air quality is 'dynamic driving to relieve congestion and air pollution', the aim of which is to calm down traffic under busy conditions by changing the behaviour of a handful of road users. By promoting certain driving styles that also affect the behaviour of other road users, the duration and extent of congestion can be reduced, perhaps alleviating them altogether.



"In 2006 and 2008 we carried out two short 'dynamic driving' trials with *Rijkswaterstaat* on the A2 and the A27," says Roel Brandt, traffic engineer at Oranjewoud. "It proves to work rather well when congestion is about to set in. At that point a vehicle driven by the traffic police or *Rijkswaterstaat* pulls into the left-hand lane, where it maintains a constant speed, by keeping abreast of a truck, for example. This calms down the traffic and dampens down speed differences - the prime cause of congestion. By maintaining a speed of 80 or 90 km/h on the left-hand lane you even out the traffic flow behind the 'pilot' vehicle, creating extra space on the motorway section in front of it. Once this process kicks in, the vehicle leaves the left-hand lane to return the new space to the traffic behind." Some of the results from the two brief trials indicate that very good results can be achieved. Brandt: "It differed from day to day, but on some days we were able to prevent tailbacks altogether, while there's usually solid traffic stretching back seven kilometres."

Together with his colleague Wolf, Brandt passed the idea on to IPL. "Dynamic driving to relieve congestion and air pollution' can certainly have a positive impact on air quality", he says. "Initial calculations based on these two trials indicate you can achieve a four percent reduction in traffic nitrogen dioxide emissions. For particulates the figure is even higher: seven percent."

There are thus several reasons why it makes sense to do more extensive trials on the 'dynamic driving' concept. Brandt: "To obtain more conclusive data, among other things, but also to determine the exact impact of this measure on air quality improvement. In the end it's only through further research that we can work out the best way of implementing it."



Meerijden tegen files en luchtverontreiniging

Een vorm van Dynamisch Verkeers Management die een gunstig effect kan hebben op de luchtkwaliteit is het zogeheten 'meerijden tegen files en luchtverontreiniging'. Daarbij wordt gestreefd om in een druk verkeersaanbod via het rijgedrag van enkele voertuigen meer rust te brengen in het verkeer. Door bepaalde rijstijlen toe te passen en zo het overige verkeer te beïnvloeden is het mogelijk de fileduur en -zwaarte te verkleinen of zelfs files te voorkomen.

"In 2006 en in 2008 hebben we samen met Rijkswaterstaat twee korte tests gedaan met het meerijden op de A2 en de A27", zegt Roel Brandt, verkeerskundige bij Oranjewoud. "Het blijkt heel goed te werken op het moment dat een file dreigt te ontstaan. Op dat moment gaat een voertuig van bijvoorbeeld de KLPD of Rijkswaterstaat even een constante snelheid rijden op de linkerbaan, bijvoorbeeld door naast een vrachtwagen te blijven rijden. Dan breng je meer rust en een constantere snelheid in het verkeer, want juist snelheidsverschillen veroorzaken vaak de files. Door constant 80 of 90 km/u op de linkerbaan te rijden, homogeniseer je het verkeer achter de meerrijder en maak je ruimte op het stuk snelweg voor de meerrijder. Als dit gebeurt, verlaat de meerrijder de linkerbaan om de ontstane ruimte terug te geven aan het verkeer." Sommige resultaten van de twee korte testen duiden op heel positieve effecten. Brandt: "Het verschilde per dag, maar er waren dagen bij dat we files geheel konden voorkomen, terwijl er normaal gesproken een file van zeven kilometer stond."

Brandt bracht het idee, samen met zijn milieukundige collega Wolf, in bij het IPL. "Het meerijden tegen de files en luchtverontreiniging kan zeker een gunstig effect hebben op de luchtkwaliteit", zegt hij. "De eerste berekeningen op basis van de twee testen laten zien dat een reductie van zo'n 4% van de hoeveelheid stikstofoxide die het verkeer uitstoot mogelijk is. Voor fijn stof is dit percentage zelfs 7%."

Het lijkt dus om meerdere redenen nuttig de maatregel 'meerijden' uitbreider te beproeven. Brandt: "Bijvoorbeeld om betrouwbaardere gegevens te krijgen, maar ook om te bepalen hoeveel het meerijden bijdraagt in de verbetering van de luchtkwaliteit. Tot slot moeten we via verder onderzoek de meest geschikte manier van uitvoeren kunnen bepalen."



“Integrated approach to road surfaces”

The strength of the IPL studies lies in their validation of modelling results, says Jan Hooghwerff, researcher with M+P engineering consultants and closely involved with the measurement programmes associated with IPL's practical trials. “In the past there'd been no lack of studies on air quality: in wind tunnels, using CFD models, you name it. In some cases these had led to huge expectations when it came to the effectiveness of abatement measures. So it's very useful to put them through practical, outdoor trials. This helps everyone look more closely at the calculation methods they're using.”

Turbulence

And there's more: in the IPL programme there were also certain issues that came to light that current models have not yet been able to properly get to grips with. “Take the air turbulence caused by moving traffic”, says Hooghwerff. “A car travelling at 120 km/h causes considerable air turbulence, which becomes a major factor in the diffusion of emissions. To properly describe this turbulence, more research is needed.”

He cites another example: “The past few years have seen a decline in emissions from vehicle engines and it's great that cars are gradually getting cleaner. But what aren't declining are emissions due to vehicle wear and tear, things like particle emissions from tyres and brake linings. These also lead to considerable resuspension of road dust, which is dispersed once

again due to turbulence. This category of emissions will become increasingly significant in the years ahead, at some point even becoming the major source of vehicle-related pollution.”

A coherent whole

All the processes impinging on the road surface are closely interwoven. Even the type of asphalt goes to determine air pollution levels. A good example is Porous Asphalt Concrete (PAC), originally designed to improve traffic safety and later improved to reduce noise levels. “That worked fine,” says Hooghwerff, “but as it wears down the PAC gets flushed full of particles. At first this benefits air quality, because the particulate matter is effectively drained off. But as the porous asphalt clogs up, its noise-dampening properties decline. So everything's related.” Which makes it all the more important to look at the results as a coherent whole. Hooghwerff: “*Rijkswaterstaat* and other road administrators should therefore adopt an integrated strategy when it comes to road surfaces, and use this as a basis for deciding which measures to implement.” As a researcher at M+P, Hooghwerff is glad all the measurements have been brought together in a single database. “This will certainly benefit research on air quality issues. As an example, until recently we had only daily averages of airborne particulate levels. Thanks to the IPL data we now have hourly averages and in some cases even minute-by-minute averages. What's more, these are real-world measurements, which we can now use in our calculations. At M+P we form part of a major German research agency, Müller-BBM, and our German colleagues have already expressed an interest in the IPL measurements.”



“Integrale visie op het wegdek”

De kracht van de IPL-onderzoeken zit 'm in de validatie van modelstudies, vindt Jan Hooghwerff, onderzoeker bij ingenieursbureau M+P en nauw betrokken geweest bij de metingen in de praktijkproeven. “In het verleden is heel veel onderzoek gedaan naar luchtkwaliteit. In windtunnels, met CFD-modellen, noem maar op. Daar zijn soms hoge verwachtingen gewekt van het effect van maatregelen. Daarom is het zeer nuttig om de effecten nu eens daadwerkelijk in de buitenlucht te meten. Dat helpt iedereen om meer kritisch naar rekenmethoden te kijken.”

Turbulentie

Daarbij komt: in het IPL komen ook zaken naar boven waar modellen tot nu toe maar weinig grip op hebben. “Neem de luchtturbulentie die het verkeer op de weg veroorzaakt”, zegt Hooghwerff. “Een auto die met 120 km/u rijdt, veroorzaakt veel wervelingen in de lucht. Die zijn heel belangrijk bij de verspreiding van emissies. Om die turbulenties goed te kunnen beschrijven, is meer onderzoek nodig.”

Hij geeft nog een ander voorbeeld: “De laatste jaren nemen de emissies door automotoren af, het is mooi dat auto's steeds schoner worden. Wat niet afneemt zijn de emissies door slijtage van de auto, bijvoorbeeld fijne deeltjes van autobanden en remvoeringen. Die veroorzaken ook veel opwerveling van stof op de weg, dat door turbulentie weer wordt verspreid. Deze vorm van vervuiling wordt de komende jaren relatief steeds belangrijker. Over enkele jaren is het waarschijnlijk zelfs de belangrijkste bron van voertuigvervuiling.”

Samenhang

Alle processen op het wegdek hangen nauw samen. En ook het soort asfalt speelt een rol in luchtkwaliteit. Zo is het ZOAB (Zeer Open Asfalt Beton) ooit bedacht voor het verbeteren van de verkeersveiligheid en later verbeterd om geluidhinder tegen te gaan. “Dat werkt prima”, zegt Hooghwerff. “Maar door slijtage spoelt dat ZOAB wel vol met allemaal stofdeeltjes. Dat is in eerste instantie gunstig voor de luchtkwaliteit, want het stof spoelt lekker weg. Maar het is weer ongunstig voor het geluid als het asfalt dichtslibt. Zo hangt alles met alles samen.” Belangrijk dus, om naar al deze resultaten in samenhang te kijken. Hooghwerff: “Rijkswaterstaat en andere wegbeheerders zouden daarom op een integrale manier naar het wegdek moeten kijken. En op basis daarvan besluiten welke maatregelen je neemt.”

Als onderzoeker bij M+P is Hooghwerff blij dat alle meetgegevens in een database zijn verzameld. “Dat brengt het onderzoek naar luchtkwaliteit zeker verder. Zo hadden we tot op heden slechts de beschikking over daggemiddelde waarden van fijn stof. De data uit het IPL voorzien in uurgemiddelden of zelfs minuten-gemiddelden. Bovendien zijn het werkelijk gemeten waarden waarmee we nu kunnen rekenen. Als M+P maken we deel uit van een groot Duits onderzoeksbureau, Müller-BBM. Onze Duitse collega's hebben al laten weten veel interesse te hebben in de meetgegevens.”

Not all measurements are the same

The measurements carried out at the Barrier Test Site yielded a wealth of practical data on the situation along the A28 at Putten. "But you can't simply project the results from one particular location onto the Netherlands as a whole," says Joost Westerling. As an air quality expert at the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), he was represented on the supervisory committee for the practical trials. "Away from the coastal conurbation there are fewer confounding factors at play, making it easier to measure the specific contribution of the traffic. The main area of application of the IPL results will be precisely in this conurbation, however." RIVM is a key player in the IPL context, taking a close look at the findings on the basis of its established expertise in the field of measurement and modelling. If IPL leads to the implementation of specific measures, these will first be substantively validated by RIVM and provided with recommendations for the environment ministry.

According to Wesseling, the database of measurements yielded by the IPL programme should be a very valuable resource. "Until now the impact of each measure tested has been assessed individually. It might be interesting to combine certain measures to see whether greater gains can be achieved." He does find it disappointing, though, that it sometimes takes so long before the IPL results are made public.

No major problems

So has the IPL programme told us anything about novel approaches to resolving the Netherlands' air quality issues? "It may sound strange," says Wesseling, "but in this country we don't in fact have any major problems vis-à-vis the air quality standards. It's not that often we exceed European standards by any great margin - in most cases it's only a few micrograms. But those few micrograms are, roughly speaking, precisely equivalent to the uncertainty in measuring the effectiveness of the measures tested. This means it's sometimes difficult to draw hard and fast conclusions as to whether a given IPL measure should indeed be implemented." From the angle of public health, of course, it always makes sense to limit the impact of road traffic whenever you can, says Wesseling. "Every measure that helps in this respect is welcome."



De ene meting is de andere niet

De metingen in de Proeftuin Schermen leverden een grote hoeveelheid meetgegevens op voor de situatie langs de A28 bij Putten. "Toch kun je resultaten van een specifieke plek niet zomaar op heel Nederland projecteren", zegt Joost Wesseling. Hij was als expert luchtkwaliteit van het RIVM vertegenwoordigd in de begeleidingscommissie van de praktijkproeven. "Buiten de Randstad zijn minder storende factoren aanwezig, waardoor het relatief makkelijker is de bijdrage van de weg te meten. De toepassing van de resultaten van het IPL zal echter vooral in de Randstad plaatsvinden."

Het RIVM speelt een belangrijke rol in het IPL en kijkt vanuit hun deskundigheid op het gebied van meten en modelleren naar de resultaten. Mocht IPL tot maatregelen leiden, dan worden deze eerst nog door het RIVM inhoudelijk getoetst en van een advies richting het ministerie van VROM voorzien. Wesseling ziet mogelijkheden in de database aan meetgegevens die het IPL heeft opgeleverd. "Nu is iedere keer het effect van een maatregel onderzocht. Het zou wellicht interessant zijn om maatregelen te combineren om te zien of daar meer winst te behalen is." Hij vindt het wel jammer dat het soms erg lang duurt voordat resultaten van het IPL openbaar worden.

Geen groot probleem

Heeft het IPL ons iets geleerd over nieuwe manieren om het luchtkwaliteitsprobleem in Nederland op te lossen? "Het klinkt misschien raar", zegt Wesseling. "Maar in Nederland hebben we ten opzichte van de normen eigenlijk geen heel groot luchtkwaliteitsprobleem. Als je kijkt naar de overschrijdingen van de Europese normen, dan komen we daar maar zelden ver boven uit. Als het gebeurt, is het meestal in de orde van grootte van een paar microgram. Maar die paar microgram komt vaak grofweg overeen met de meetonzekerheid die in de onderzochte maatregelen zit. Het is soms dus lastig om harde conclusies aan toepassing van maatregelen uit het IPL te verbinden." Overigens is het vanuit het perspectief van de gezondheid uiteraard altijd wenselijk om de verkeersbijdragen zo veel mogelijk te beperken, denkt Wesseling. "Alle maatregelen die daar aan bijdragen zijn welkom."



Help and advice from scientists

During their activities the IPL researchers received support from various sides, including a team of international scientists. This Scientific Board was created to provide advice on research methods, validate results and comment on them as necessary.

Peter Sturm, professor at the University of Graz, Austria, and head of the Traffic and Environment department, was one of the members of the Scientific Board. "We had twice-yearly meetings where we discussed the results," he says. "With some projects it was necessary to get together more often for interim validation of the findings." The Board's main focus was on how the various strands of research could best be designed and implemented. In addition, the members looked critically at how the data emerging from the studies should be interpreted.

Sturm himself provided concrete research recommendations on data processing and interpretation of results within the noise barrier study and how to measure the effects of the electrostatic concept in the Thomassen Tunnel. "In that case we advised IPL on the measurement protocol, how to measure particulate levels in this case. That advice was followed up.

In addition, we took a critical look at all the interim reports." The interim reports were informative and useful, says Sturm. "But sometimes we came across things where there was room for improvement, scientifically speaking. It was better to use a different kind of model for data analysis, for example. Or we advised on how to explain certain issues better, in the case of conclusions allowing for multiple interpretation, say."

It was only after most of the practical trials were already underway that the Scientific Board became involved in the Air Quality Innovation Programme. Sturm would have preferred it if they had been brought in at an earlier stage. "If the aim is to provide optimum scientific support for the research strategy, you need to be able to think along at an early stage of the projects, when it's still possible to influence the programme design and the methods to be employed. In that way you can make the results even more valuable."

Sturm has been frequently involved in air quality research, in Austria and many other countries besides. "In most cases the air quality measurements lasted only for selected and quite short periods," he says. "In this respect the IPL programme has yielded unique data resources. In some cases data collection lasted a full year. These measurements are extremely valuable and scientists across the world will be chewing them over for several years to come. In this sense the Netherlands is at the forefront of developments."



Hulp en advies vanuit de wetenschap

De onderzoekers in het IPL programma kregen tijdens hun werk onder meer ondersteuning van een internationaal wetenschappelijk gezelschap. Deze Scientific Board is in het leven geroepen om advies te geven over onderzoeksmethoden, de resultaten te verifiëren en waar nodig te becommentariëren.

Peter Sturm, professor aan de universiteit van Graz in Oostenrijk en hoofd van de afdeling Verkeer en Milieu, was een van de leden van de Scientific Board. "We kwamen twee keer per jaar bij elkaar om de resultaten door te spreken", zegt hij. "Voor sommige projecten waren vaker bijeenkomsten nodig om tussentijdse resultaten te toetsen." De Board hield zich vooral bezig met de manier waarop de onderzoeken het best konden worden uitgevoerd. Daarnaast keken de leden kritisch naar de manier waarop de data uit de onderzoeken moesten worden geïnterpreteerd.

Sturm heeft concrete onderzoeksadviezen gegeven bij het meten van effecten van het Elektrostatisch Concept in de Thomassentunnel. "Daar hebben we advies gegeven over het meetprotocol, de manier van fijnstof meten in dit geval. Dat advies is ook opgevolgd. Verder hebben we alle tussentijdse rapporten kritisch bekeken." De tussentijdse rapporten zaten over het algemeen goed in elkaar, vindt Sturm. "Maar soms kwamen we zaken tegen die wetenschappelijk beter konden. Dan was het bijvoorbeeld beter een ander model te gebruiken voor data-analyse. Of we

gaven advies om zaken duidelijker uit te leggen, conclusies bijvoorbeeld die voor meerdere uitleg vatbaar waren."

De Scientific Board werd bij het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit betrokken op het moment dat de meeste praktijkproeven al onderweg waren. Sturm had het nog beter gevonden om wat eerder aan te haken. "Wil je de aanpak van het onderzoek wetenschappelijk optimaal ondersteunen, dan moet je in een vroeg stadium kunnen meedenken. Dan kun je immers nog invloed uitoefenen op de opzet van het onderzoek en de methoden. Dat kan je uitkomsten nog waardevoller maken."

Sturm is regelmatig betrokken geweest bij onderzoek naar luchtkwaliteit, in Oostenrijk maar ook in veel andere landen. "Metingen op het gebied van luchtkwaliteit duurden meestal niet langer dan twee weken", zegt hij. "In die zin is het onderzoeksmateriaal uit IPL uniek. Er werd soms over een periode van een jaar data verzameld. Dat zijn zeer waardevolle gegevens, waar wetenschappers uit de hele wereld nog een aantal jaren mee vooruit kunnen.

More than just technical measures

Implementing an innovation programme means more than just conducting a few technical studies and writing up recommendations on applying the results. There's far more involved, particularly when it comes to a politically sensitive issue like air quality.

Jos Arts is senior consultant on local environment issues at *Rijkswaterstaat* and professor of Infrastructure and Environmental Planning at Groningen University. "The Air Quality Innovation Programme started out on a technical tack. But right from the start it became clear there are far more legal, administrative and also political sides to an issue like air quality. It came home to us, for example, that there was major interest in the results, which were almost snatched from our hands, so to speak. Managing the various social and other aspects while you're implementing a complex research programme meant a sharp learning curve for IPL. It meant continually taking time out to analyse and act on the context in which the studies were unfolding."

Political agenda

When the Air Quality Innovation Programme was launched some five years ago, the issue was high on the political agenda. This was indeed



the programme's *raison d'être*. It soon became clear that IPL would not be resolving all the country's air quality problems, so other avenues were also pursued. These include the National Cooperative Air Quality Programme, a partnership between national government and devolved authorities in which national and local measures are agreed for ensuring that air quality is improved to an acceptable standard over the coming years. These measures are particularly effective, because most of them are taken at-source.

This meant a change of function for IPL, says Arts. "The question became more: what can we do over and above all this to improve air quality on and around motorways? What we were after were innovative ideas, without allowing ourselves to fall into the classic innovation trap. Which is: getting caught up in all kinds of wild ideas that can ultimately never be put into practice. With IPL, practical utility was what it was all about. IPL was concerned with measures that could be implemented in the real world, with careful measurement of practical effectiveness a major issue."

Hook-up

So from which of the IPL studies can we expect to see fruits in the coming period? Arts: "That's hard to predict. But I would say Dynamic Traffic Management is interesting, because it's relatively straightforward to implement with existing infrastructure, even after new road construction. The spraying down of roads



Meer dan technische maatregelen

Het uitvoeren van een innovatieprogramma is niet zomaar een paar technische onderzoeken doen en een toepassingsadvies schrijven. Daar komt er veel meer bij kijken, zeker bij een maatschappelijk gevoelig onderwerp als luchtkwaliteit.

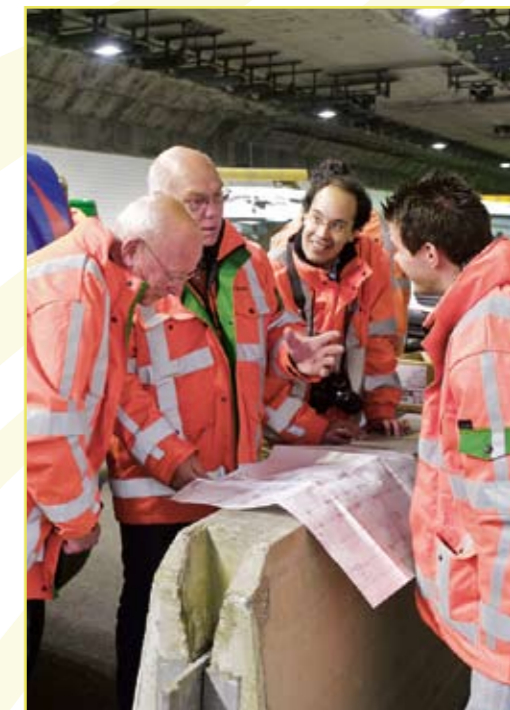
Jos Arts is topadviseur Leefomgeving bij Rijkswaterstaat en hoogleraar Infrastructuur- en Milieuplanning aan de Rijksuniversiteit Groningen. "Het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is begonnen met een technische insteek. Maar vanaf het begin was duidelijk dat er veel meer juridische, bestuurlijke en ook politieke kanten zitten aan het onderwerp luchtkwaliteit. We merkten bijvoorbeeld dat de resultaten zeer gewild waren en dat deze bijna uit onze handen werden gegrist. Het beheersen van die maatschappelijke aspecten terwijl je een complex onderzoeksprogramma uitvoert was een leerproces in het IPL. Je moet voortdurend tijd steken en aandacht hebben voor de context waarin je de onderzoeken uitvoert."

Politieke agenda

Toen het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit begon, zo'n vijf jaar geleden, stond het onderwerp hoog op de politieke agenda. Dat was ook de reden om IPL te starten. Al snel werd duidelijk dat IPL niet alle luchtkwaliteitsproblemen zou oplossen. Daarom is naast IPL gezocht naar andere oplossingen, zoals het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). Een samenwerking tussen rijk en decentrale overheden waarin landelijke en lokale maatregelen zijn afgesproken die de komende jaren de luchtkwaliteit op een aanvaardbaar niveau moeten brengen. De NSL-maatregelen zijn heel effectief, omdat ze vooral bij de bron worden genomen.

De functie van het IPL werd daarmee anders, zegt Arts. "De vraag werd meer: wat kunnen we nog éxtra doen op en rond de wegen om

luchtkwaliteit te verbeteren? Daarbij ging het om innovatieve ideeën, waarbij we niet in de klassieke innovatieval zijn getrapt. Die is: blijven hangen in wilde ideeën die geen praktische bruikbaarheid hebben. In het IPL stond de praktijk juist centraal. Het ging om de uitvoering van maatregelen, waarbij zorgvuldig meten van effectiviteit een belangrijk punt was."



and the Electrostatic Concept have also yielded hopeful results. In addition, it's important to hook up with existing initiatives, in the realm of noise control, for example. Over the next few years we'll be installing a lot more noise barriers, for instance, and investing in porous asphalt surfaces. These are measures that, if wisely implemented, can certainly also have a positive impact on air quality. Beyond that, there are still plenty of questions that remain unanswered. Such as: what are going to do about the new and upcoming European air quality directives, like that in store for particulates?"

Paradox

As the first results of the IPL programme soon made clear, road-related measures would not be enough to resolve the country's air quality problems entirely. Arts: "That may be a disappointing result, but it's important to formally establish that roadside measures have their limits when it comes to cost-effectiveness. It's not hard to understand why, either,

because you're working at the 'end of the pipe', as it were, rather than at-source. Now this had been clearly proven, other parties could no longer point to us as road administrators. It became clear we'd have to adopt other strategies, too. The environment ministry is now arguing vigorously within the EU framework for at-source measures, in other words cleaner vehicles and fuels. The regulations have been reviewed and are now more workable in practice. And we're tackling the high background concentrations with measures under the NSL programme. There's a paradox to all this: precisely because IPL proved not to be the remedy to cure all ills, it gave an enormous impetus to the political, administrative and judicial process. It's meant that far more effective solutions have now come into the picture."



Aanhaken

Van welke IPL onderzoeken kunnen we de komende tijd iets verwachten? Arts: "Moeilijk te voorspellen. Maar ik zou zeggen dat Dynamisch Verkeersmanagement interessant is, omdat je het relatief eenvoudig kunt inzetten met de huidige infrastructuur, ook na wegaanleg. Ook het sproeien van de weg en het Elektrostatisch Concept bieden hoopvolle resultaten. En verder is het nu zaak aan te haken bij bestaande initiatieven, zoals op het gebied van geluidsmaatregelen. De komende jaren gaan we bijvoorbeeld nog veel geluidsschermen plaatsen en we gaan investeren in open asphalt. Maatregelen die, als we ze slim uitvoeren, ook zeker een positief effect kunnen hebben op luchtkwaliteit. Verder zijn er nog voldoende vragen te beantwoorden. Zoals: wat doen we met de nieuwe en toekomstige Europese richtlijnen voor luchtkwaliteit, zoals die voor fijnstof?"

Paradox

De eerste resultaten in het IPL maakten duidelijk dat de maatregelen aan de weg de luchtkwaliteit problemen niet volledig zouden kunnen oplossen. Arts: "Dat is misschien geen leuk resultaat, maar het is wel een belangrijk inzicht dat maatregelen aan de weg slechts beperkt kosteneffectief zijn. Bovendien ook een begrijpelijk resultaat, want je bent in feite 'aan het eind van de lijn' bezig in plaats van aan de bron. Doordat dit nu duidelijk werd aangetoond, konden anderen niet alleen naar ons als wegbeheerder blijven kijken. Het werd duidelijk dat we ook andere wegen moesten bewandelen. VROM zet nu bij de EU sterk in op bronmaatregelen als schonere voertuigen en brandstoffen. De regelgeving is veranderd en beter uitvoerbaar geworden. En de hoge achtergrondconcentraties pakken we aan met maatregelen uit het NSL. De paradox hierin is: doordat het IPL niet het medicijn bleek te zijn voor alle problemen, heeft het enorm geholpen om beweging te krijgen in de politiek-bestuurlijke en juridische context. Hierdoor zijn veel effectievere oplossingen in beeld gekomen."



Programme management: the lessons learned

The Air Quality Innovation Programme was a far-reaching programme with numerous challenges along the way. It ran for a long time and involved multiple parties, novel innovation trajectories and a politically charged issue, to name just a few. Once a programme like this has run its course, there's plenty to be learned - which allows other programmes, within *Rijkswaterstaat* and elsewhere, to benefit in the future.

How does a programme like IPL unfold? Every programme starts out with a mission and an objective. The programme team faces the challenge of translating that mission and objective into concrete activities. That's only feasible if other parties commit themselves to the programme. So the team sets out thematic lines and establishes contacts, allowing institutes, companies and other government agencies to get involved. Projects take shape. The programme ties them together. The challenge is to get parties communicating with one another, entering into partnerships to obtain better results and subsequently sharing their insights with the world at large. Every project is different, though. Things sometimes take an unex-

All the lessons learned

IPL is keen to share the lessons learned in the field of programme management with other programme managers, within *Rijkswaterstaat* and beyond. You can read all about the lessons learned vis-à-vis programme management in the course of the IPL programme in a special booklet on this topic.

pected turn. To deliver tailor-made solutions for each individual project while at the same time weaving them all together to create a coherent whole in line with the mission and objective, the programme team needs to be creative. Good programme management is a true art.



Programmamanagement: de lessons learned

Het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is een uitgebreid programma met veel uitdagingen. Een lange looptijd, veel betrokken partijen, nieuwe onderzoekstrajecten én een politiek beladen onderwerp, om er enkele te noemen. Van het verloop van zo'n programma kun je na afloop veel leren. Andere programma's, binnen en buiten Rijkswaterstaat, kunnen daar in de toekomst hun voordeel mee doen.

Hoe verloopt een programma als het IPL? Ieder programma begint met een missie en een doel. Het programmateam staat voor de uitdaging om missie en doel te vertalen in concrete activiteiten. Dat kan alleen als andere partijen zich verbinden met het programma. Het team zet themalijnen uit en legt contacten, zodat instituten, bedrijven en andere overheden aanhaken. Er ontstaan projecten. Het programma knoopt deze aan elkaar. De uitdaging is om betrokken partijen met elkaar te laten communiceren, gezamenlijk tot betere resultaten te komen en vervolgens de inzichten met de buitenwereld te delen. Maar: elk project is anders. Onverwachte ontwikkelingen steken de kop op. Het programmateam moet creatief zijn om enerzijds voor elk project maatwerk te maken en anderzijds alle projecten samen te smeden tot één geheel wat aan het doel en de missie beantwoord. Programmamanagement is een vak.

Lessons learned op een rij

IPL deelt graag haar lessons learned op het gebied van programmamanagement met andere programmamanagers, binnen RWS en daarbuiten. Alles over de lessons learned op het gebied van programmamanagement van IPL is gebundeld in een speciaal boekje over dit onderwerp. Meer op pagina 72.

Publicaties

Innovatieprogramma Luchtkwaliteit

- 1a Eindrapport Schermen
- 1b Toepassingsadvies Schermen

- 2a Eindrapport Vegetatie
- 2b Toepassingsadvies Vegetatie

- 3a Eindrapport Nat reinigen
- 3b Toepassingsadvies Nat reinigen

- 4a Eindrapport Katalytische afbraak
- 4b Toepassingsadvies Katalytische afbraak

- 5a Eindrapport Overkappen
- 5b Toepassingsadvies Overkappen

- 6a Eindrapport Dynamisch Verkeersmanagement (DVM)
- 6b Toepassingsadvies Dynamisch Verkeersmanagement (DVM)

- 7 Database

- 8 Eindrapport Scientific Board

- 9 Lessons learned: lucht meten en rekenen

- 10 Lessons learned: projectmanagement

Colofon

Dit is een uitgave van Rijkswaterstaat, Innovatieprogramma Luchtkwaliteit

In opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat en
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Kijk voor meer informatie op www.rijkswaterstaat.nl
of bel 0800 - 8002 (ma t/m zo 06:00 - 22:30 uur, gratis)

November 2009

Tekst/Text

Henk Jonkers, Lyris Communicatie

Vertaling/Translation

Nigel Harle

Fotografie/Photography

Ruud van den Akker, Luuk van der Lee, Rudi Mol Fotografie, Melchior

Vormgeving/Design

Kicks concept & design

Oplage/Copies

1.000 exemplaren

Partners IPL

3M | Ballast Nedam Funderingstechnieken | Bouwend Nederland | COB | DHV | ES Consulting | Gemeente Overbetuwe | Holland Railconsult | Klaruw Weg- en Vloeronderhoud | M+P - raadgevende ingenieurs | MulticonsultNido | Oranjewoud | RGV | SIGHT Adviseurs voor Milieu en Landschap | TNO Built Environment and Geosciences | UK Highways Agency | Wageningen University and Research Center | Ballast Nedam Grondstoffen | Bureau voor Ecologie en Landbouw Wageningen | Combinatie Ideeues en TNO | DHV Ruimte en Mobiliteit | Esha Infra Solutions | Gemeente Putten | iDelft | KNMI | Meteo Consult | Nedmag | Peutz | RGV Holding | SigmaKolon Deco Nederland | TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie | Van Campen Aluminium | Wageningen UR, Agrotechnology and Food Innovations | A. Dix | BAM Infraconsult | Buro Innovatief Denkschap | CREM | Dienst Landelijk Gebied | EUROPEAN TECH SERV | Gemeente Rotterdam | Ingenieursbureau Van Kleef | Knowhouse | Ministerie van Economische Zaken | NedMag Industries Mining and Manufacturing | Plant research International Wageningen | SRE | TNO Science and Industry | Van den Berg Infrastructures | Witteveen + Bos | Aacoustics | BAM Infratechniek | Camfil | CROW | DLA+ landscape architects | EVO | Gemeentewerken Rotterdam | Institute for Internal Combustion Engines and Thermodynamics | Koac-npc | Ministerie van LNV | Nido Universal Machines | Povvik-Mec | Rijkswaterstaat | Stadsgebewest Haaglanden | Transport en Logistiek Nederland | Van Gelder | WUR | Aannemingsmaatschappij Van Gelder | BAM Mostert De Winter | Campen | Danish Road Institute | DNW AERO (NLR) | Exploform | German-Dutch Wind Tunnels | Integralis PP | Kokosystems | Ministerie van Verkeer en Waterstaat | NIO | PRI | Rikkelman Techniek | Stadsregio Arnhem Nijmegen | TRL | Adviesbureau Kupers & Niggebrugge | BAM Wegen | Casema | dBvision | Dura Vermeer | Fabrique | Greenwall | INTRON | Koks Milieu en Voertuigtechniek | Ministerie van VROM | Norwegian Institute for Air Research | Provincie Gelderland | RIVM | Swedish National Road and Transport Research Institute | TU Aaken | Akertech | BG Engineering | Cauberg-Huygen | DCMR Milieudienst Rijnmond | Dura Vermeer Infrastructuur | Flow Motion | H3MHuijben | Janssen de Jong Infra | Koninklijke BAM Groep | ModieSlab | Norwegian Public Road Administration | PSI Bouw | Royal Haskoning | Tauw | TU Delft | Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond | Alterra | BituNed | CI Structures | Decisio | Durisol | French National Institute for Transport and Safety Research | Habitat Solutions | JES Product Development | Koninklijke Ginkel Groep | Mostako Staalbouw | NRG | Rangelrooij Consultancy | Schiphol Nederland | Tebodin Consultants & Engineers | TU Eindhoven | Verbossen Constructiebureau | Arcadis | Booghal | CIMSOLUTIONS | Deltares | DVK ZOABCLEAN | Gemeente Capelle aan den IJssel | Haskoning Nederland | KEIM NEDERLAND | Koninklijke Wegenbouw Stevin | Movares Nederland | Octrooicentrum Nederland | Redubel | Senter Novem Infomil | Technische Universiteit Eindhoven | TU Twente | Vermeulen Product Engineering | Ballast Nedam | Bosvariant Scheppingsstrategen | Climatic Design Consult | DGMR | ECN | Gemeente Nijmegen | Heijmans Infrastructuur | KEMA Nederland | KWS | MOWI | OnlyHuman | Reef-Infra | SenterNovem / InfoMil | TNO | UC Technologies | Vito | Beton Son | Norwegian University of Life Sciences | Graz University of Technology | Nautilus Schanskorven | Vervaeke | Strukton Civiel | DGMR | FEHRL | Vereniging voor Milieuprofessionals | Nido

