

Meetproef Groen

Flora - vegetatie voor een betere luchtkwaliteit?
De eerste resultaten



Eureka

De Stadsregio Arnhem Nijmegen wil een regio zijn waar het goed leven is: aantrekkelijk, bereikbaar en concurrerend. Eureka zet zich hiervoor in: een samenhangend pakket van programma's om de luchtkwaliteit te verbeteren in samenhang met de aanpak van het klimaat- en energievraagstuk.

Eureka bestaat nu uit vijf programma's:

Hydra (schone en duurzame brandstoffen),

Terra (duurzame logistiek),

Flora (groen voor een betere luchtkwaliteit),

Eolus (maatregelen bij puntbronnen) en

Argus (regionale reken- en meetstrategie).

Recent is het EU-project **Future Cities** (klimaatadaptatie in de stadsregio) gestart en werken we aan het programma **Helios** (duurzame energie). Alle projecten die binnen de programma's worden opgezet en uitgevoerd zijn samenwerkingsproducties van kennisinstututen, bedrijfsleven, overheden, maatschappelijke en bewonersorganisaties.

Zie voor meer informatie www.destadsregio.nl



Voorwoord

De Stadsregio Arnhem Nijmegen wil graag een regio zijn met een prettige leefomgeving. Groen speelt daarin een belangrijke rol. In meerdere opzichten. Maar heeft groen ook een belangrijk positief effect op de luchtkwaliteit? Uit de literatuur lijkt dat groen een positief effect op de luchtkwaliteit zou kunnen hebben, maar eenduidig bewezen is dat nog niet.

Met de meetproef langs de A50 wilden we dit achterhalen. We zien de meetproef langs de A50 als een eerste stap. Eerst wilden we vaststellen of er überhaupt sprake is van een significant effect. Als dat positief is, dan gaan we verder. En de resultaten zijn positief. In ieder geval voor stikstofoxiden, waar wij in de steden het meeste last van hebben.

De meetproef langs de A50 heeft een enorme hoeveelheid data opgeleverd. Een schat aan informatie. Voor het eerst beschikken we over continue meetgegevens, verzameld gedurende verschillende weersituaties over meerdere maanden. Het analyseren van al deze gegevens is op zich al een enorme klus die nog wel een jaar zal duren. Deze gegevens gebruiken we om geavanceerde modellen te valideren. Maar ondanks dat er nog hard wordt gewerkt, zijn we al wel in staat u alvast de eerste resultaten te tonen.

Vervolgonderzoek moet ervoor zorgen dat we in de stadsregio praktisch toepasbare tools ontwikkelen om groen effectief in te zetten om de luchtkwaliteit te verbeteren. We zien daarbij ook een verband met het klimaatvraagstuk. In ons programma Future Cities willen we de resultaten van deze meetproef en vervolgonderzoeken meenemen en verder verfijnen om ervoor te zorgen dat in onze steden en dorpen de luchtkwaliteit nog verder verbetert. Ook als het klimaat verandert en door meer warme dagen en hittegolven de luchtkwaliteit onder druk komt te staan. We zien groen dan ook als een structurele maatregel.

Het is geen sinecure gebleken om de meetproef langs de A50 van de grond te krijgen en uit te voeren. Zonder de steun en inzet van veel mensen, was de meetproef niet realiseerbaar geweest. Graag wil ik iedereen, maar toch vooral Peter Hofschreuder, Vincent Kuypers, Barry de Vries van Wageningen Universiteit, Joost de Wolff en Hans Erbrink van KEMA, Frits Ruyten en Chris van Dijk van Integralis PP en Stijn Janssen en Bart de Maerschak van Vito, allen leden van consortium dat de meetproef heeft uitgevoerd, danken voor hun inzet.

Jan van der Meer, wethouder Milieu gemeente Nijmegen en lid van het College van Bestuur van de Stadsregio Arnhem Nijmegen

Wat voorafging



Het Eureka-programma Flora van de Stadsregio Arnhem Nijmegen omvat verschillende onderzoeken naar groene maatregelen om de luchtkwaliteit in de stadsregio te verbeteren. Een van de onderzoeksvragen van Flora is of vegetatiestroken langs wegen een effect hebben op de luchtkwaliteit.

Het Innovatie Programma Luchtkwaliteit (IPL) van de ministeries V&W en VROM werkt aan een serie kosten-effectieve maatregelen om de luchtkwaliteit langs rijkswegen in Nederland te verbeteren. Onderdeel daarvan is het onderzoek naar de mogelijkheden die vegetatie langs snelwegen te bieden heeft. IPL heeft medio 2007 een prijsvraag voor een meetproef uitgeschreven.



Als consortium, bestaande uit Wageningen Universiteit (Alterra, WAU en ASG), KEMA, Integralis PP en de Stadsregio Arnhem Nijmegen, hebben wij op een van beide percelen van de prijsvraag van IPL ingeschreven en gewonnen. In 2008 hebben wij langs de A50, ten noorden van knooppunt Valburg, een meetproef opgezet en uitgevoerd naar de werking van groen langs wegen. Daarbij is een enorme schat aan data ingewonnen. Deze data zijn nu zover geanalyseerd dat wij u de eerste resultaten kunnen laten zien.



In 1996 is in Europees verband de Kaderrichtlijn luchtkwaliteit opgesteld. Sinds 1999 worden daar dochterrichtlijnen onder gehangen met normen voor fijn stof en stikstofdioxiden. Deze richtlijnen zijn naar de Nederlandse wetgeving vertaald.

Fijn stof zijn deeltjes met een diameter van 10 μm of kleiner (< 0.01 millimeter) en kan daardoor door de mens worden ingeademd en gezondheidseffecten hebben. Naar schatting sterven in Nederland per jaar 2300 tot 3500 mensen eerder als gevolg van een kortdurende blootstelling aan fijn stof. De gevolgen van langdurige blootstelling zijn onzeker, maar schattingen wijzen op circa 18.000 mensen die tot tien jaar eerder sterven.

Stikstofdioxide (NO_2) is een gasvormige luchtverontreiniging die als indicator geldt voor een breed scala van luchtverontreinigende stikstofverbindingen. In zeer hoge concentraties is het schadelijk voor de gezondheid, in veel lagere concentraties kan het milieu aangetast worden. Dit leidt tot onder andere meer verzuring en vermisting. Bovendien kan stikstofdioxide met andere gassen reageren waardoor het voor de mens schadelijke ozon ontstaat.

De meetproef

De meetproef naar de werking van groen langs wegen hebben wij uitgevoerd langs de A50, net ten noorden van knooppunt Valburg en ten zuiden van het parkeerterrein Meilanden. Wij hebben voor deze locatie gekozen omdat hier sprake is van een open windveld met zo min mogelijk verstorende invloeden. Daarnaast is dit traject van de A50 berucht om zijn hoge verkeersintensiteiten en files en daarmee hoge concentraties aan fijn stof en stikstofdioxiden. De vegetatie konden we hier optimaal haaks op de overheersende windrichting (west) oriënteren. De kans dat de luchtverontreiniging door de vegetatie werd geblazen was dus groot.



Het grootste nadeel van de meetlocatie was het hoogteverschil (2 tot 4 meter) en de smalle werkruimte: een schouwpad tussen het talud van de A50 en de westelijk gelegen B-watergang. De meetlocatie diende over een lengte van minimaal 300 meter, met een bovenbreedte van 10 meter, te worden opgehoogd. In totaal is ruim 10.000 m³ grond verwerkt. Het grondlichaam bestond uit twee lagen. De bovenste laag (circa 1 meter dik) bestond ter plaatse van de Dennen uit zand en ter plaatse van de Lindes uit eersteklas teelaarde.

In het laatste vak zijn Dennen geplant: 80 stuks tot op de grond toe vertakte grove dennen (*Pinus sylvestris*), 20 jaar oud, 7 meter hoog, 3 meter breed, ruim 1.500 kg zwaar en zeven maal op de kwekerij verplant. In dit vak was geen struikbeplanting als ondergroei noodzakelijk. In het tweede vak zijn Zilverlindes geplant: 95 stuks Lindes (*Tilia tomentosa* 'Brabant'), 16 jaar oud, 9 meter hoog, 3 meter breed, ruim 1.000 kg zwaar en vier maal op de kwekerij verplant. In dit vak is wel struikbeplanting aangebracht: 300 stuks laurierkers (*Prunus laurocerasus* 'Caucasica'), 10 jaar oud, 3 meter hoog, 1 meter breed). In beide vakken werden 3.000 stuks braam (*Rubus fruticosus*) aangeplant. De bomen waren alle verankerd. Voor de watervoorziening is een bron geslagen, met daarop een pomp en een waterdruppelsysteem.

De metingen vonden plaats op 6 masten benedenwinds: 2 masten op het traject zonder beplanting en 4 masten op het traject met beplanting. Op deze 6 masten hebben we op 5 hoogten de verschillende aspecten die de luchtkwaliteit bepalen gemeten. De masten direct langs de weg waren 10 meter hoog en de masten achter de vegetatie waren 20 meter hoog. Op 80 meter achter de vegetatie stonden nog eens 3 masten van 1,5 meter hoog. Ten slotte hebben we de achtergrondconcentraties bepaald aan de westzijde van de weg met een 4 meter hoge mast. In totaal hebben we gelijktijdig 11 gasmetingen en 11 aërosolmetingen voor en achter de vegetatie uitgevoerd, 11 gasmetingen en 5 aërosolmetingen in het vrije veld en 1 gasmeting en 1 aërosolmeting aan de westzijde van de weg. Tussen 1 juli en 1 december 2008 hebben we continu gemeten.



Tussen mei en december 2008 hebben wij het meetexperiment uitgevoerd. Daarbij hebben wij continu gemeten. De meetlocatie was 300 meter lang en 10 meter breed en was in drie gelijke vakken verdeeld. Een vak werd beplant met Lindes, een vak met Dennen en een vak was zonder beplanting. Met een meetmast ten westen van de A50 hebben wij de achtergrondconcentratie gemeten.



Vervolgens hebben we met meetmasten vlak voor de vegetatie en op verschillende hoogtes en afstanden achter de vegetatie gemeten. De meetgegevens zijn onder steeds vergelijkbare omstandigheden verzameld.



Uit eerdere praktijkmetingen en enkele theoretische studies blijkt dat groen een belangrijke verbetering van de luchtkwaliteit zou kunnen bewerkstelligen.

Een probleem is dat het aantal praktijkmetingen waarop deze theoretische studies is gebaseerd zeer klein is. Met windtunnelproeven is dit tot dusverre ondervangen.

Modelberekeningen met procesmodellen (Envimet) zijn nog onvoldoende toegerust om het effect van groen te schatten.

De schaal en wijze waarop de meetproef is uitgevoerd is in (inter)nationaal opzicht uniek en voorziet daarmee in een belangrijke leemte in de (wetenschappelijke) kennis.



De resultaten tot nu toe

Wat zijn de resultaten van de meetproef? Blijkt uit deze proef dat vegetatiestroken effect kunnen hebben op de concentraties fijn stof en stikstofdioxiden langs wegen? Op basis van de nu uitgevoerde analyses kunnen we al conclusies trekken over de invloed van vegetatiestroken langs wegen. De meetresultaten worden nog verder geanalyseerd om ook de processen beter te begrijpen.

Lijnvormige vegetatie langs de weg beïnvloedt de verspreiding van fijn stof en stikstofdioxide in de lucht. Langs de weg, vóór de vegetatie, worden hogere concentraties gemeten. Dat komt door de stuwing van de lucht vóór de vegetatie omdat vegetatie als een weerstand werkt. De lucht trekt deels door en deels over de vegetatie.



In de lucht treden verschillende reacties op tussen stikstofmonoxide en ozon waardoor stikstofdioxide ontstaat. Voor stikstofmonoxide wordt een sterkere afname gevonden dan voor alle stikstofoxiden samen. Dat komt zowel door depositie in de vegetatie als door de chemische omzetting, door reactie met ozon, naar stikstofdioxide. Voor stikstofdioxide zien we een toename. Omdat stikstofoxide wordt afgevangen door de vegetatie, is in het gebied achter de vegetatie per saldo minder stikstofdioxide aanwezig in de lucht dan wanneer er geen vegetatie zou zijn.

Aangenomen werd dat de Lindes meer stikstofoxiden zouden afvangen dan de Dennen. Dat het juist andersom is, vindt een verklaring in het feit dat de Lindes tijdens de meetproef minder vitaal waren en daardoor een lagere groeisnelheid vertoonden dan onder ideale omstandigheden. Door de geringere bladbezetting en een geringere fysiologische activiteit waren de Lindes minder effectief dan verwacht. De vitaliteit van de Lindes tijdens een deel van de meetproef is beïnvloed door het natte voorjaar.

Zowel voor de stikstofoxiden als het fijn stof is bij de meetproef uitgegaan van een massabalans via een fluxraam. Dat betekent dat voor en achter de vegetatie de massa van de stikstofoxiden en het fijn stof is gemeten, die door een vlak loodrecht op de weg stroomt. Voor stikstofoxiden blijkt deze methode geschikt. Voor fijn stof echter niet. Op theoretische gronden wordt een afvangst van fijn stof door de vegetatie verwacht. Maar tijdens de metingen bleek dat door de groei van de deeltjes onder invloed van vocht in de lucht, de totale massa in de metingen toeneemt. Dit effect kon niet goed gecorrigeerd worden zodat we ook daadwerkelijk alleen het fijn stof zouden meten. Dat betekent dat deze methode niet geschikt is voor fijn stof. Ook meetapparatuur die het fijn stof droogt, blijkt niet geschikt omdat deze apparaten zelf ook gevoelig voor vocht bleken te zijn. Daarnaast meten deze apparaten niet het fijn stof zoals dat in de lucht voorkomt, waardoor het moeilijker is om een verband te leggen met de processen (transport, depositie) en de modellering.



Uit het deel van de lucht dat door de vegetatie stroomt wordt luchtverontreiniging afgevangen. Het deel dat over de vegetatie heen gaat wordt door de extra turbulentie als gevolg van de aanwezige vegetatie verdund. Als de concentratieverhoging van de opstuwning vóór de vegetatie groter is dan het gecombineerde effect van de afvangst door de vegetatie en menging van de lucht, kan er een concentratieverhoging achter de vegetatie ontstaan. In het gebied achter de vegetatie wordt de concentratie aan verontreinigende stoffen lager als er sprake is van een afvangst van de verontreinigende stoffen door de vegetatie. De afstand vanaf waar sprake is van een lagere concentratie is afhankelijk van de eigenschappen van de vegetatie (hoogte, breedte, boomsoort, blad-dichtheid et cetera).



Uit de meetproef blijkt dat een deel van de luchtverontreiniging door de vegetatie wordt afgevangen. Voor stikstofoxiden is sprake van een afvangst door de vegetatie van gemiddeld 16% bij de Dennen en 13% bij de Lindes. De onzekerheidsmarge is 4%. In het gebied achter de vegetatie is daardoor per saldo sprake van een belangrijke afname van stikstofdioxiden in de lucht. Deze afname is groter dan wanneer er geen sprake is van een vegetatiestroom. Over de afvangst van fijn stof door de vegetatie kunnen we helaas geen uitspraken doen. Uit de meetproef blijkt dat de methode die wij hebben gehanteerd, en ook andere methoden die in Nederland worden gehanteerd om het effect van vegetatie op fijn stof te meten, niet geschikt zijn.



Wat betekenen de resultaten?



Uit de meetproef blijkt dat de voor de meetproef gekozen vegetatie waarschijnlijk niet geschikt is om de luchtkwaliteit direct langs de weg te verbeteren. Op kortere afstand van de weg kan vegetatie door stuwing juist voor een slechtere luchtkwaliteit zorgen. Wel is vegetatie geschikt om de luchtkwaliteit in het gebied achter de vegetatie te verbeteren. En die verbetering is substantieel te noemen. Dat hebben we althans met de meetproef voor stikstofoxiden aangetoond. Daarmee is vegetatie mogelijk een maatregel om de concentratie van stikstofoxiden en daarmee de stikstofdioxiden in de lucht te verlagen. Hoe we de luchtkwaliteit direct achter de vegetatie positief kunnen beïnvloeden, is nog onderwerp van (modelmatig) onderzoek en hopen we met de verdere analyse van de meetgegevens en modellering te achterhalen.



Op theoretische gronden wordt eerder een afvangst door de vegetatie van fijn stof dan voor stikstofoxiden verwacht. Uit onze meetproef blijkt een significante afvangst van stikstofoxiden door de vegetatie.

Datzelfde zou dus ook voor fijn stof verwacht mogen worden. Wij hebben dit met deze meetopzet niet kunnen aantonen. Dit kan betekenen dat de vegetatie in de praktijk niet effectief is, maar het kan ook betekenen dat de meetopzet niet geschikt is.

Achteraf beschouwd denken wij dat de gekozen meetopzet voor fijnstof mede oorzaak is van het niet constateren van een significant effect. Om de twijfel hierover weg te nemen, willen wij een andere meetmethode opzetten waarin de kennis en ervaring van deze meetproef worden meegenomen.





Met de meetgegevens uit deze meetproef bieden de bestaande modellen voor het bepalen van de luchtkwaliteit de mogelijkheid om effecten van groen beter te kunnen schatten. Meer operationele modellen worden ontwikkeld waarmee grote groepen gebruikers in staat zijn om het effect van groen op de luchtkwaliteit te berekenen. Deze modellen moeten voor uniformiteit en beoordeling van de effectiviteit van beplanting in relatie tot de luchtkwaliteit zorgen en dienen te worden opgenomen in het "Meet- en Reken voorschrift Luchtkwaliteit" van VROM.

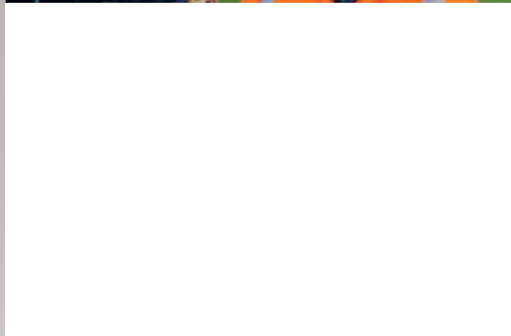
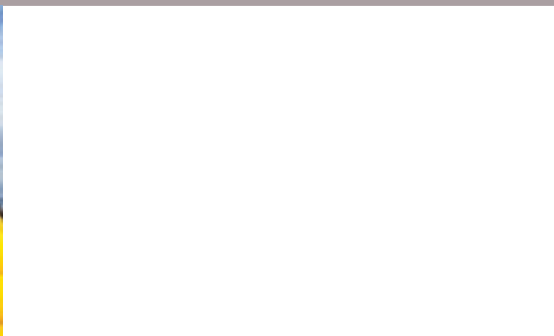


Uit berekeningen blijkt dat in de Stadsregio Arnhem Nijmegen het aantal knelpunten veroorzaakt door fijn stof geleidelijk afneemt. Dat geldt in mindere mate voor stikstofdioxiden. Het gaat daarbij om plekken in de stadsregio waar de normen voor fijn stof en stikstofdioxiden worden overschreden. Door met name schonere motoren treedt een sterkere daling op van de concentraties aan fijn stof in de stadsregio dan van stikstofdioxiden.

Vooral in stedelijke gebieden blijven de concentraties van stikstofdioxiden nog een punt van zorg. De volgende stap is om de meetproef te vertalen naar het stedelijk gebied. Kunnen we groen in de stad op een effectieve manier inzetten om de luchtkwaliteit daar te verbeteren? Nadat we de meetgegevens van de meetproef verder hebben geanalyseerd en op basis van de resultaten daarvan in staat zijn om het effect van groen in de bestaande modellen beter te schatten, willen wij vervolgonderzoek (meten, modelleren) in het stedelijk gebied uitvoeren.

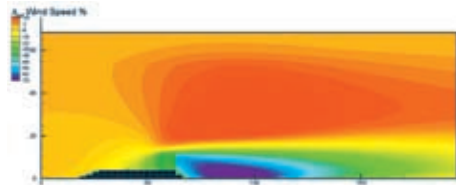
De meetproef bevestigt de lijn dat vegetaties eerder een positief effect hebben op de luchtkwaliteit in een gebied dan dat een knelpunt op een bepaalde plek kan worden weggenomen. Dat vraagt ook om een andere kijk op de schaal van de inzet van groen.

Rond de resultaten van de meetproef willen wij in het najaar van 2009 nog een (inter) nationale review organiseren. Een uitgebreide rapportage van de meetproef is in de 2e helft van 2009 beschikbaar.



De betrokkenen over de meetproef

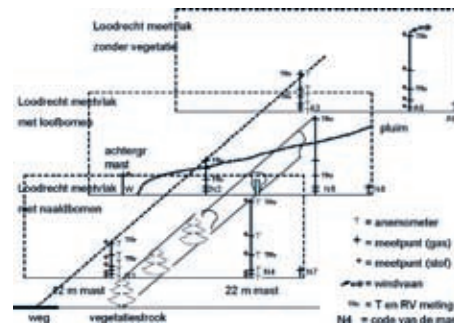
Fysisch ingenieur Stijn Janssen van het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (VITO) dat, naast KEMA, een rekenmodel heeft aangedragen voor de meetproef.



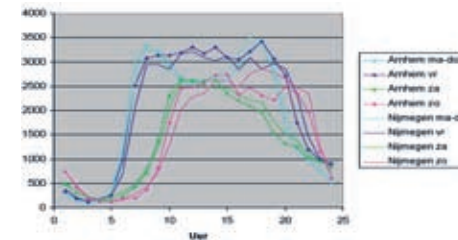
‘Met het model beschrijven we de processen die zich voordoen langs de A50. Die processen kunnen we vertalen naar andere situaties: een andere windrichting, twee rijen bomen in plaats van één, enzovoort. We kunnen met dit model ook allerlei effecten voorspellen. Denk aan het gedeelte van de verontreinigde deeltjes dat wordt afgezet op de vegetatie, de luchtstroming, het verdunnende effect, de goede hoogte, het juiste soort groen. Deze meetproef is uniek in Europa. Het project heeft veel uitstraling, ook in Vlaanderen.’

Ir. Peter Hofschreuder van Wageningen UR, verantwoordelijk voor de meetapparatuur bij de proef en het onderhoud daarvan.

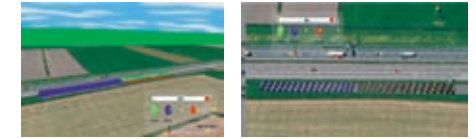
‘Ik vind het een heel leuk project. Ik ben afgestudeerd als bosbouwkundige, maar ben in een heel andere discipline terechtgekomen. Ik heb natuurlijk mijn interesse in vegetatie behouden, en daar draait het om in dit project.’



Joost de Wolff van KEMA, een van de leden van het consortium; KEMA leverde net als VITO een model waarmee de metingen worden uitgevoerd.



‘Wij leven in Nederland met veel te veel mensen op een veel te kleine ruimte en dat heeft negatieve gevolgen voor de luchtkwaliteit. Het is natuurlijk fantastisch als zo’n natuurlijke oplossing als het goed en slim plaatsen van een groenstrook het probleem wezenlijk zou kunnen terugdringen. Dat maakt de meetproef aan de A50 tot zo’n sympathiek project.’



Dr. Frits Ruyten, landschapsarchitect, en met zijn bedrijf Integralis PP BV lid van het consortium.

‘Met de beplantingsfilm, mijn kernactiviteit, simuleren we de groei en ontwikkeling van vegetatie op een bepaalde plek, gebaseerd op groeiprestaties die ter plaatse al zijn geleverd.’

Als je ergens een jonge eik plant, zal die dezelfde ontwikkeling doormaken als een eik die daar al tientallen jaren staat. In een beplantingsfilm kunnen we voor elke specifieke omgeving, met alle kenmerkende omgevingsvariabelen, het ideale architectonische groene plan ontwerpen.

De beplantingsfilm komt ook bij de meetproef aan de A50 goed van pas, omdat we geen kleine bomen konden gebruiken met hun geringe opnamecapaciteit van verontreiniging. Bovendien willen we ook weten wat de opnamecapaciteit is van de beplanting in de ontwikkeling naar volwassen uitgroei, dus in welke mate de planten stikstof, fijn stof en ammoniak gaan opnemen.’

Auteurs: Erik Zweers (Stadsregio Arnhem Nijmegen),
Vincent Kuypers, Barry de Vries (Alterra)
Ontwerp: LaVerbe, Nijmegen
Papier: FSC-gecertificeerd Plano Superior
Beeld: LaVerbe, Nijmegen
William Moore, Nijmegen



Mixed Sources
Productgroep uit goed beheerde
bossen, gecontroleerde bronnen
en gerecycled materiaal.

Cert no. SCS-COC-00652-GD
www.fsc.org
© 1996 Forest Stewardship Council



INTEGRALIS PP BV
www.integralispp.com

